



GESEL

Grupo de Estudos do Setor Elétrico

UFRJ

Experiências Internacionais em Mobilidade Elétrica

Luan Santos
Carolina Grangeia

TDSE

Texto de Discussão do Setor Elétrico

Nº 102

agosto de 2021
Rio de Janeiro

TDSE

Texto de Discussão do Setor Elétrico N° 102

Experiências Internacionais em Mobilidade Elétrica

Luan Santos
Carolina Grangeia

ISBN: 978-65-86614-27-5

Agosto de 2021

SUMÁRIO

Introdução	3
1. Análise das Experiências Internacionais	5
2. Europa	8
2.1. Contextualização	8
2.2. Políticas Públicas	8
2.3. Incentivos ao consumidor	9
2.4. Infraestrutura de carregamento	12
2.5. Desenvolvimento tecnológico	17
2.6. Demais políticas monetárias e não monetárias.....	19
2.7. Modelo de negócio	19
2.8. Reflexões	22
3. Estados Unidos.....	24
3.1 Contextualização	24
3.2 Políticas Públicas	25
3.3 Modelo de negócio	31
3.4 Reflexões.....	34
4. China.....	36
4.1. Motivação	36
4.2. Políticas Públicas	38
4.3. Modelo de negócio	43
4.4. Reflexões.....	45

5. Caracterização do Mercado de Mobilidade Elétrica no Brasil	47
5.1. Motivação	47
5.2. Políticas Públicas	50
5.3. Modelo de Negócio	56
5.4. Reflexões	59
6. Considerações Finais	62
Referências	65

Introdução

A sustentabilidade tem se tornado um pilar estratégico ao desenvolvimento econômico no século XXI. Torna-se cada vez mais importante buscar práticas que aliem o crescimento econômico com a preservação do meio ambiente nos diversos setores econômicos. Algumas medidas foram e vêm sendo desenvolvidas, dentre elas formas de estimular o aumento da eficiência energética, o uso de fontes renováveis de energia, a redução de emissões de gases do efeito estufa (GEE) pelos setores produtivos mais poluentes, dentre outras. Destaca-se, nesse contexto, que um dos principais emissores de GEE consiste no setor de transportes.

Assim, o desenvolvimento de tecnologias de transportes que sejam mais eficientes e que reduzam de forma significativa a quantidade de emissões vem ocorrendo e sendo promovido internacionalmente. Alternativas de substituição de veículos à combustão interna por veículos elétricos (VE), por exemplo, começaram a ser consideradas na Europa já a partir de 2005.

Durante a COP 21, foi definido o objetivo global de atingir 100 milhões de carros elétricos e 400 milhões de veículos de duas ou três rodas até 2030. Com isso, diversos países estabeleceram metas nacionais para implementação dos veículos elétricos como parte integrante da mobilidade de baixo carbono (UNFCCC, 2015).

De acordo com dados do *Global EV Outlook*, publicado pela *International Energy Agency* (IEA), de 2019 para 2020, ocorreu um aumento de 43% no estoque global de VEs de passeio, atingindo 10 milhões de unidades. Cerca de 47% desta frota mundial estava localizada na China, 25% na Europa e 20% nos Estados Unidos, razão pela qual neste relatório estas três regiões serão analisadas.

A disponibilidade de estações de recarga, ou *Electric Vehicle Supply Equipment* (EVSE), apoia a adoção de VEs, pois, uma rede maior de infraestrutura de recarga pode aumentar a confiança do motorista na autonomia do veículo e ampliar a sua funcionalidade operacional (INL, 2015).

O número de postos de carregamento para esses veículos em todo o mundo foi estimado em 7,3 milhões no ano de 2019, representando um aumento de 40% em

relação a 2018. A maior parte desse aumento ocorreu em postos de cobrança privados, representando mais de 90% das instalações, em 2019 (IEA, 2020).

Destaca-se, no entanto, que a pavimentação do caminho para essa transição no setor de transportes passa pelo estímulo ao desenvolvimento de uma infraestrutura de carregamento de veículos elétricos capaz de disseminar o uso da tecnologia. Tal infraestrutura, por sua vez, depende de uma combinação de arcabouços regulatórios e modelos de negócios capazes de estimular seu desenvolvimento.

Essa transição ainda se dá de forma lenta no Brasil. Entretanto, ao longo dos últimos anos, os veículos elétricos passaram a ser mais uma alternativa disponível e competitiva no mercado de mobilidade global. O capital significativo e o investimento no desenvolvimento de VEs estão trazendo uma série de produtos da fase de projeto e prototipagem do papel para a produção comercial. Ainda, os veículos elétricos convertem entre 59% e 62% de energia elétrica da rede em potência nas rodas, enquanto veículos a combustão interna entre 17% e 21%, além dos preços da eletricidade serem menos voláteis do que o a gasolina e óleo diesel (DOE, 2017). Os regulamentos regionais e nacionais de emissões em desenvolvimento criaram demanda suficiente para veículos de emissão zero e quase zero, e os principais fabricantes de equipamentos (OEMs) e empresas iniciantes estão fornecendo veículos de propulsão elétrica viáveis para o mercado.

Dessa forma, o surgimento da mobilidade elétrica coloca a infraestrutura de recarga e a rede elétrica no centro do ecossistema da mobilidade, o que gera novas demandas por serviços de energia e oportunidades para o setor elétrico brasileiro (SEB). Assim, o presente texto de discussão tem como objetivo analisar a experiência internacional de forma a obter insumos que sirvam de base para o aprimoramento do *framework* normativo e regulatório brasileiro. Neste sentido, pretende-se contrapor as práticas internacionais à realidade brasileira, observando fatores como a regulação internacional, normas técnicas e padronização, modelos de negócio e satisfação do usuário.

1. Análise das Experiências Internacionais

A transição para a sustentabilidade é um desafio social multifacetado, que envolve desenvolvimento tecnológico, mudanças políticas e comportamentais, justamente na intersecção dos sistemas de produção e uso de energia (NILSSON; NYKVIST, 2016). O mapeamento de ações institucionais e público-privadas auxilia na compreensão das características dos sistemas de governança de diversos países, fornece informações e experiências que podem ser replicadas, e é fundamental para o avanço de tecnologia, infraestrutura, produção, comercialização, consumo de novos veículos e modais de transporte que ao final contribuem para as adaptações às mudanças climáticas e eficiência energética (MDIC, 2018).

Medidas destinadas a aumentar a circulação de veículos elétricos abordando incentivos para influenciar o comportamento de usuários de transporte ainda precisam ser exploradas para além de regulamentos governamentais ou penalidades sobre combustíveis fósseis. Essas medidas vêm sendo cada vez mais implementadas em países da Europa e Estados Unidos, e podem ser estabelecidas por meio de:

- i. regras de trânsito, como estacionamento exclusivo no centro das cidades e faixas rápidas,
- ii. Incentivos monetários como subsídios na compra de VE ou isenção de taxas rodoviárias, e
- iii. investimentos em infraestrutura de carregamento, por exemplo (Lieven, 2015).

Para que os veículos elétricos se tornem mais competitivos se faz necessário focar nos serviços de mobilidade, adicionando valor ao cliente. Os futuros modelos de negócios para a mobilidade elétrica precisarão levar em conta o financiamento das baterias, a questão da recarga dos veículos, e mais adiante considerar a bidirecionalidade das interações energéticas entre o veículo e a rede elétrica para que a mobilidade elétrica seja um negócio atrativo. Sem uma abordagem inovadora ao modelo de negócios, o VE se torna apenas uma alternativa mais cara e com menor autonomia que a de carros tradicionais (EGBUE e LONG, 2012).

De acordo com KLEY et al. (2011), essas novas abordagens, tendem a seguir as seguintes direções, vislumbrando a redução dos custos e a ampliação da aceitação dos consumidores:

- i. Melhor utilização da capacidade do veículo: Conceitos inovadores como o car-sharing ou frotas de veículos profissionais, usam uma ampla base de usuários a fim de diluir os custos de capital entre um grande número de clientes. Assim, existiria uma abertura para massificação dos VEs no transporte público;
- ii. Estender a utilização do veículo: Novas aplicações podem surgir, a fim de melhorar a eficiência econômica dos veículos elétricos. Por exemplo, o armazenamento da energia nas baterias, com a ampliação simultânea das redes inteligentes. Por sua vez, o conceito de *vehicle-to-grid*, onde o carro se torna fornecedor de energia para o sistema elétrico, abre uma possibilidade concreta de interesse econômico para os consumidores (KEMPTON e TOMIC, 2005). No futuro, os veículos elétricos poderão ser considerados como fontes de reserva para o setor elétrico, baixando o custo total de compra do veículo, e gerando uma renda para a energia fornecida (PEREZ et al, 2013);
- iii. Reutilização: Reutilizar os componentes que não podem mais ser aproveitados, como é o caso da bateria, a fim de aumentar o valor residual desses componentes;
- iv. Incentivar a aceitação: Um dos grandes obstáculos ao público é a percepção de baixa autonomia dos veículos elétricos. Neste contexto, a criação de um serviço baseado em uma infraestrutura de recarga orientada para o consumidor pode se revelar uma solução economicamente interessante para o cliente.

Os argumentos listados mostram que o modelo de negócios para veículos elétricos deve buscar resolver as diversas barreiras técnicas e econômicas, e entender as relações entre os diferentes agentes da indústria automobilística. Além das

montadoras de veículos elétricos e dos fabricantes de baterias, novos agentes precisarão ser integrados, como as empresas de energia elétrica e os futuros provedores de serviço de mobilidade (KLEY et al., 2011). O fato é que o modelo também dependerá das características locais e incentivos de políticas que permitam que esses modelos evoluam, contribuindo para a expansão de toda a rede.

Assim, esta seção apresentará um breve histórico, características e perspectivas da mobilidade elétrica global com base nas experiências internacionais de países da Europa, Estados Unidos e China, trazendo, então, reflexões sobre assimetrias e o futuro dos veículos elétricos no Brasil.

2. Europa

2.1. Contextualização

Em 2009, a União Europeia (UE) introduziu as primeiras normas obrigatórias de emissões de CO₂ para carros novos de passageiros. Apesar de a maioria dos novos carros vendidos na Europa serem a gasolina ou diesel, os veículos elétricos híbridos (VHE) representaram 4% do total dos novos veículos na Europa. Além disso, os veículos elétricos a bateria (BEV) e *Plug-in* (PHEV) representaram juntos 3% dos novos registros de veículos da Europa.

Em relação às montadoras, a Toyota domina o mercado de veículos elétricos híbridos (VHE) na Europa, representando 60% do total de seus novos veículos. A Volvo e a BMW são líderes de venda de PHEVs, representando respectivamente, 8% e 5% de seus veículos. Já a Nissan lidera os modelos BEVs, representando 7% de suas vendas (ICCT, 2020b).

2.2. Políticas Públicas

O mercado de VEs varia amplamente entre os Estados-membros, portanto, esta seção analisará resumidamente a adoção de políticas e práticas dos principais países europeus em matéria de mobilidade elétrica, conforme divisão em quatro categorias (PROMOB-E, 2018; PROMOB-E, 2018b; MDIC, 2018; ICCT, 2020b; ICCT, 2020c; ICCT, 2020d; GESEL, 2020):

- **Incentivos ao consumidor:** Subsídios para a compra de veículos, isenção fiscal para compra/redução de imposto, isenção de taxas anuais, acesso preferencial de faixa e estacionamento, carga com descontos, programas de financiamento.
- **Infraestrutura de carregamento:** Padrões e códigos de construção, Instalações diretas de infraestrutura, Incentivos financeiros para compra de EVSEs (Equipamento de recarga de veículos elétricos).

- **Desenvolvimento tecnológico:** Inovação na fabricação de veículos, potência, tecnologias de recarga.
- **Demais políticas monetárias e não monetárias:** Políticas regulatórias, cotas para ZEVs, normas de eficiência, políticas regionais.

A seguir serão exploradas as quatro categorias de políticas.

2.3. Incentivos ao consumidor

Diversos estudos mostram que a compra e outros incentivos ao consumidor estão associados à quebra das barreiras de aceitação dos veículos elétricos. Governos nacionais e regionais oferecem incentivos, assim como organizações privadas e muitas vezes as próprias montadoras, que buscam atrair o consumidor para este nicho por meio de marketing e inovação.

Os incentivos fiscais podem ser divididos em subsídios e redução de impostos sobre o veículo. Os subsídios tendem a ter um valor monetário atrelado específico ao veículo e são implementados no âmbito nacional e regional, disponíveis em diversos países da Europa, como França, Holanda, Alemanha, Suécia, Reino Unido, entre outros. Já as reduções de impostos sobre compra de veículos são implementadas em sua maioria a nível nacional, isentando parcialmente ou totalmente os VEs elegíveis de pelo menos um tipo de imposto sobre compra. Ainda, alguns países como Alemanha, Holanda, Suécia, França e Reino Unido isentam os VEs de impostos de circulação e taxas anuais, que são menos percebidos pelo consumidor do que os incentivos no ponto de venda.

A Noruega cada vez mais busca fugir dos motores a combustão interna, reconhecendo sua participação no balanço geral de emissões. O custo da eletricidade no país é relativamente barato, enquanto os combustíveis fósseis são altamente taxados. Assim, os veículos elétricos a bateria (BEVs) estão totalmente isentos de taxa de registro e imposto sobre o valor agregado (IVA), enquanto os veículos elétricos híbridos plug-in (PHEVs) desfrutam de uma isenção parcial. Outros instrumentos de estímulo ao consumidor também foram criados, como a redução de 50% do imposto sobre compra

de veículos de frotas corporativas e isenção do pagamento do VAT que incide em 25% sobre o preço de compra do veículo.

Já na França, alguns impostos são calculados em função das emissões de CO₂ e o país deu ênfase na obrigação de percentual da frota comprada por organismos governamentais, sejam híbridos ou elétricos. Recentemente, França e Alemanha anunciaram pacotes de subsídios na “transição ecológica” da mobilidade. A França lançou o plano *France Relance*¹, com a criação de bonificações para compra de veículos comerciais (caminhões, ônibus e vans), que utilizem propulsão elétrica ou de células de combustível, bem como subsídios para compra de VEs na ordem de 7.000 euros para pessoa física, 5.000 euros para empresas e 2.000 euros para compra de veículos híbridos plug-in.

Na Alemanha, algumas concessionárias estão adotando o regime de *leasing*, ao passo que o cidadão recebe do governo um subsídio de valor praticamente igual. De acordo com as definições do *Climate Action Programme 2030*², as bonificações para pessoas que compram veículos elétricos, híbridos e com células de combustível devem ser estendidas para cobrir a compra de veículos com um custo inferior a 40.000 euros (bônus de 9.000 euros para VEs e 6.750 euros para híbrido plug-in).

O objetivo do governo alemão é ter entre 7 e 10 milhões de veículos elétricos registrados na Alemanha até 2030. Os primeiros registros e os veículos elétricos adaptados inicialmente não pagarão imposto sobre veículos. Foram mantidas também as isenções fiscais para os veículos elétricos de companhias, com condições particularmente atrativas para os veículos exclusivamente elétricos (até um preço de compra de 40.000 euros). À nível local, dependendo do local de residência, os incentivos podem chegar a 1.500 euros para a compra de VEs. Destaca-se também que Holanda, e Reino Unido também possuem políticas de redução de impostos sobre compras de veículos elétricos.

¹ Disponível em: < <https://www.energylivenews.com/2020/09/04/french-government-to-invest-e30bn-in-the-green-transition/>>.

² Disponível em: <<https://www.bundesregierung.de/breg-en/issues/climate-action/>>.

Com relação ao acesso preferencial, normalmente são implementados a nível regional e são medidas vistas como vantajosas, conscientizadoras e motivadoras para a compra. Além disso, recargas com descontos ou gratuidade funcionam como atrativos para potenciais consumidores, cujo custo operacional se torna mais baixo.

A Noruega isentou taxa de pedágio para VEs, além de implementar estacionamento gratuito, taxas reduzidas de balsas e corredores de ônibus. Também isenta a eletricidade dos impostos sobre combustível e oferece gratuidade na recarga elétrica (3,6 kW). Amsterdam, na Holanda, permite que táxis elétricos tomem a frente em filas em determinados locais, como estações de trem e serviços de *ride-hailing* estão cada vez mais mudando para carros elétricos.

Em Londres, no Reino Unido, 20% dos novos estacionamentos devem possuir pontos de recarga para veículos elétricos e a tendência é dar continuidade aos padrões de construção privilegiando os VEs. A Suécia por sua vez, também eliminou taxas de estacionamento para veículos elétricos. Em 2015, entrou em vigor a lei de eletromobilidade (*Elektromobilitätsgesetz*³) com o objetivo de promover a mobilidade elétrica na Alemanha. Dependendo da localidade, é possível desfrutar de benefícios como estacionamento gratuito, vagas de estacionamento reservadas e faixas de ônibus exclusivas.

Ainda, países como Alemanha e Reino Unido buscam reestruturar os preços aos consumidores, oferecendo tarifas de tempo de uso mais baixas, fora do horário de pico. Além disso, os programas de financiamento fornecem capital inicial para empresas ou consumidores, quebrando a barreira inicial de aquisição, principalmente para veículos de alto valor, como ônibus elétricos, cuja condição pode ter taxas de juros mais baixas e longo prazo de empréstimo. Por exemplo, no Reino Unido, o governo escocês oferece empréstimos de até £35.000 para compras de VEs com prazos de pagamento de 6 anos (Energy Savings Trust, 2018).

³ Disponível em: < https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/elektromobilitaetsgesetz-berichterstattung-2018.pdf?__blob=publicationFile>.

2.4. Infraestrutura de carregamento

Uma rede maior de infraestrutura de recarga aumenta a confiança do motorista na autonomia do veículo e amplia sua funcionalidade operacional. A disponibilidade de EVSE ajuda na superação de barreiras do consumidor como autonomia e conveniência (NRC, 2015). 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. Ainda assim, muitas cidades estão trabalhando para desenvolver soluções inovadoras para acelerar o crescimento da infraestrutura de carregamento.

A Figura 1 compara a quantidade de carregadores públicos disponíveis no final de 2019 nos mercados mais relevantes de VEs, usando métricas como número absoluto de carregadores públicos, número de carregadores públicos por milhão de habitantes e número de veículos elétricos de passageiros por carregador público.

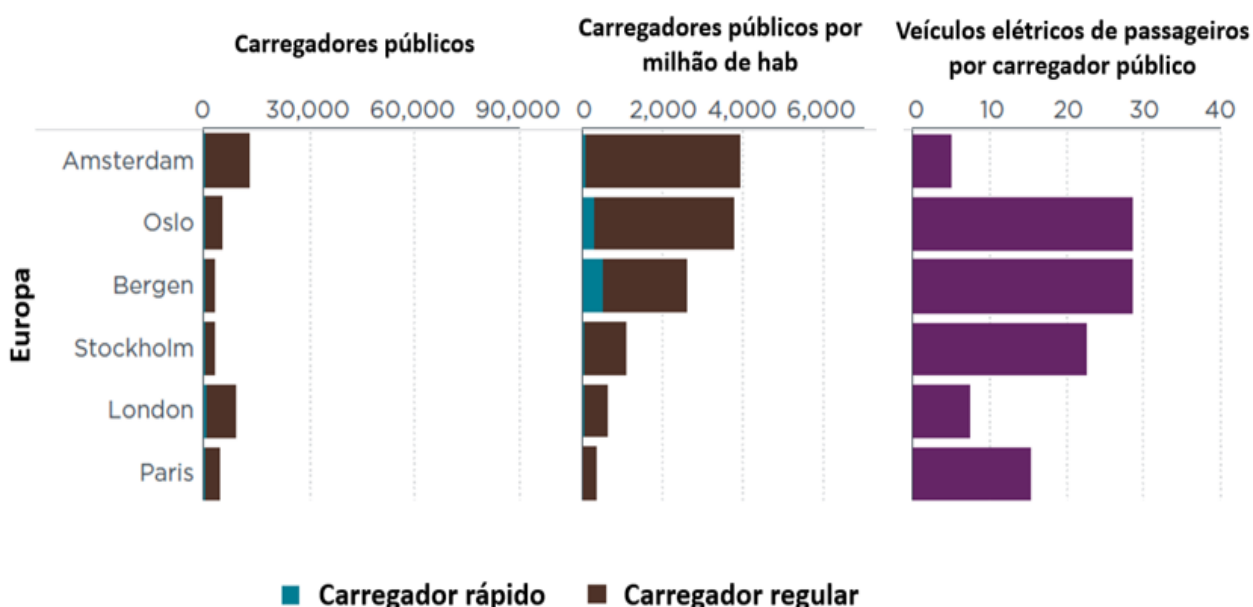


Figura 1 - Infraestrutura de carregamento público de veículos elétricos em 2019

Fonte: ICCT, 2020c

Segundo o Guia de carregamento de veículos elétricos para cidades, a aderência global a VEs cresceu 60% entre 2013 e 2018, assim como a infraestrutura de carregamento que alcançou 600.000 pontos de carregamento no final de 2018. Para atingir as metas ambiciosas de veículos elétricos, garantir flexibilidade aos motoristas, permitindo a transição completa para a eletromobilidade, faz-se necessário carregamento de todos os tipos e diversos pontos de recarga públicos (ruas, avenidas, rodovias), residenciais e em locais de trabalho.

Com isso, as cidades possuem papel fundamental no planejamento e apoio, avaliando seus padrões de transporte, consumo, expectativas de crescimento populacional e capacidade da rede elétrica, assim, podendo usufruir de potenciais ferramentas como implementação de pontos públicos e privados, opções de carregamento regular e rápido, códigos de construção, processos simplificados de licenciamento, incentivos de acesso e estacionamento, colaboração de empresas de eletricidade e operadoras da rede local, e demais políticas de incentivo e encorajamento ao uso de VEs.

Portanto, as cidades adotam abordagens diversas para expandir o ecossistema da infraestrutura de carregamento. Uma política eficaz é fornecer incentivos ou suporte financeiro para implantação de infraestrutura. Cidades como Paris, Oslo e Londres buscam incentivos para aplicações específicas, como carregamento doméstico de táxis, carregamento para habitação multifamiliar (*Multi-unit Dwellings*), ou carregadores de rua ou calçada. Outras também se envolvem em atividades de planejamento para garantir instalações de carregamento suficientes, por exemplo, com estratégias de cobrança de múltiplas partes interessadas, como visto em Londres, Estocolmo e Oslo. Os códigos de construção para veículos elétricos são outra ferramenta para acelerar a cobrança a um custo baixo, exigindo que uma porcentagem mínima de espaços contenha capacidade elétrica para carregar um VE. Esses requisitos são encontrados em nível local, estadual ou nacional em todas as capitais de veículos elétricos. Oslo, por exemplo, possui códigos com requisitos de que 100% dos espaços em alguns tipos de prédios tenham a fiação para carregamento de veículos no local. As cidades continuam a fortalecer seus códigos de construção, adicionando requisitos para

edifícios em reforma e aumentando a capacidade elétrica para que mais veículos possam carregar simultaneamente.

No que tange aos pontos de recarga, a heterogeneidade de sistemas pode gerar incompatibilidade. Portanto, em 2010, o governo francês formou um grupo de trabalho (*Group for Roaming of EV Charging*) voltado para infraestrutura de carregamento nacional padronizada tanto para híbridos quanto para veículos elétricos movidos a bateria, cuja estratégia incluía: estabelecimento de percentual de vagas de VEs nos centros urbanos; mandato para que novos empreendimentos tivessem pontos de carregamento nos estacionamentos, assim como obrigatoriedade por parte do governo local de equipar áreas públicas para estacionamento com pontos de carregamento. Em 2014, créditos fiscais foram implementados na França, podendo deduzir do imposto de renda até 30% do custo de compra e instalação do sistema de carregamento por meio de pontos domésticos (prédios e condomínios). No mesmo ano, o governo reduziu os impostos para os operadores privados com atuação nacional que construïrem, mantiverem ou operarem infraestrutura pública de carregamento. O programa ADVENIR⁴, dedicado à implantação de infraestrutura de carregamento de VEs em toda a França, oferece subsídios municipais para instalação de infraestrutura de carregamento pública na ordem de 2.160 euros por ponto de carregamento instalado a pedido de usuários de VE em um raio de 500 metros de seu local de residência ou trabalho, além de atualmente ter se estendido, cobrindo os custos de fornecimento e instalação de pontos de carregamento para empresas e grupos residenciais.

A Noruega possui formação espacial que poderia limitar o uso de VEs, com grandes distancias e relevo montanhoso, no entanto o governo, em parceria com instituições públicas e privadas, disponibilizou suporte financeiro para instalação de estações de recarga por todo o país, incluindo carregamento rápido nas vias transnacionais, assim como o Reino Unido que também financiou estações públicas nas suas principais

⁴ Disponível em: <<https://advenir.mobi/le-programme/>>.

rodovias. Com isso, reduzem-se exposições dos motoristas às inseguranças, à possível falta de combustível e à autonomia do veículo elétrico.

Destaca-se ainda que o Governo alemão pretende ter 1 milhão de estações de carregamento no país até 2030 (*Climate Action Programme 2030*), onde grande parte de sua infraestrutura de recarga é financiada por parcerias público-privadas.

Como parte do novo *Climate Action Programme 2030* e do recente pacote de estímulo econômico pós-corona⁵, o governo alemão em conjunto com o Ministério dos Transportes e Infraestrutura introduziu incentivos, que incluem 2,5 bilhões de euros em gastos na produção de células de bateria e na expansão da infraestrutura de carregamento; planos que exigirão que todos os postos de gasolina também ofereçam recarga de VE no futuro; aumento dos fundos para ônibus elétricos, caminhões e sua infraestrutura de carregamento até o final de 2021, onde operadores privados e municipais receberão 1,2 bilhão de euros para mudar para sistemas alternativos de acionamento, incentivando o transporte urbano a passar para o elétrico.

Com grandes incentivos fiscais, financiamentos e custos operacionais reduzidos, a Holanda vem crescendo em termos de infraestrutura de recarga. Ao contrário de países que incentivam a compra e instalação de pontos de carregamento privados, o país se concentra no desenvolvimento de estações de carregamento públicas e oferece incentivos de carregamento para empresas, como o MIA⁶ (*Environmental Investment Allowance*) e VAMIL⁷ (*Random Depreciation of Environmental Investments*).

⁵ Disponível em:

<<https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/EN/Standardartikel/Topics/Public-Finances/Articles/2020-06-04-fiscal-package.html>>.

⁶ As empresas podem receber uma dedução do investimento de até 36% do valor investido em um ponto de carregamento. Disponível em: <<https://business.gov.nl/subsidy/environmental-investment-allowance/>>.

⁷ As empresas têm a possibilidade de depreciar 75% dos custos de investimento de um ponto de carregamento. Disponível em: <<https://business.gov.nl/subsidy/random-depreciation-environmental-investments/>>.

O Governo por sua vez, assinou um Acordo Nacional⁸ em junho de 2019, demonstrando seu compromisso com a eletrificação nacional.

Esse acordo estabeleceu um orçamento de 250 milhões de euros disponível até 2025 para estimular a direção elétrica. Assim, a abordagem da Holanda é se preparar para atingir seus objetivos de emissão zero até 2030⁹, em conjunto com diversas ações regionais, somando metas e iniciativas tais como lançamento diversos editais para a construção de milhares de postos públicos de recarga, com a meta de 1,8 milhão de pontos de recarga públicos, semipúblicos e privados até 2030; estratégias voltadas a melhoria da acessibilidade em áreas urbanas, onde, como parte do plano de mobilidade inteligente, o Ministério da Infraestrutura e Meio Ambiente investiu 6,2 bilhões de euros em infraestrutura, incluindo a expansão da rede rodoviária para ajudar a gerenciar a circulação do tráfego; 100% dos ônibus devem ser emissão-zero até 2030, e todos os ônibus novos entrando em serviço a partir de 2025 devem ser emissão-zero desde o início; toda a energia para os ônibus elétricos a bateria e elétricos a hidrogênio deverá ser gerada por meio de painéis eólicos e solares, sempre que possível.

A Suécia por sua vez, oferece apoio para investimentos de expansão dos postos públicos de carregamento rápido de VEs por meio da Administração Sueca de Transporte (*Swedish Transport Association Fast Charging Grant*¹⁰). O auxílio aplica-se a certos locais adjacentes às principais estradas que não dispõem de um carregador rápido.

⁸ Disponível em:

<<https://www.nieuwsienw.nl/1593951.aspx?t=Subsidie+brengt+elektrisch+rijden+dichterbij>>.

⁹ Mission Zero - Powered by Holland. Disponível em:

<<https://www.rvo.nl/sites/default/files/2019/06/Misson%20Zero%20Powered%20by%20Holland.pdf>>.

¹⁰ Disponível em: <<https://www.trafikverket.se/tjanster/ansok-om/ansok-om-bidrag/ansok-om-bidrag-till-snabbladdningsstationer-for-elfordon/>>.

2.5. Desenvolvimento tecnológico

Embora a eletromobilidade seja vista como uma medida fundamental para reduzir a emissão de poluentes e GEEs, questões como o eventual descarte de baterias, custos iniciais, riscos de sobrecarga e desafios técnicos e logísticos devem ser discutidos. A indústria de VEs vem desenvolvendo soluções, como aplicações na vida útil da bateria e processos avançados de reciclagem. Além disso, projetos de P&D avançam cada vez mais, demonstrando os potenciais benefícios econômicos e sociais para operadores de energia e os contribuintes, e como é possível mitigar os impactos na rede elétrica utilizando VEs.

Em 2009, foi lançado na Alemanha o *German Economic Stimulus Package II (Konjunkturpaket II)*, uma iniciativa conjunta dos ministérios envolvidos na mobilidade elétrica para o VE. O programa de financiamento deu suporte financeiro a projetos P&D que contemplavam desde componentes elétricos e eletrônicos ao uso de tecnologia da informação e comunicação para a eletromobilidade, assim como fundos para projetos de pesquisa voltados às implicações do uso diário dos VEs.

A Plataforma Nacional para Eletromobilidade¹¹ foi criada em 2010, sendo um conselho consultivo do Governo Federal acerca de políticas voltadas a veículos elétricos. Em 2011, o governo federal implementou diversos projetos de demonstração em “regiões piloto”, visando a superar as principais barreiras tecnológicas e sociais, bem como incentivar a mobilidade elétrica diária. As demonstrações incluíram testes de ônibus elétricos em espaços urbanos, avaliando sua aplicabilidade, redução de emissões, seu custo-benefício e sua aceitação pelo consumidor/usuário.

Na França, os veículos elétricos começaram a ser incluídos em programas de P&D com maior frequência a partir dos anos 2000. O *Program for Environmental Friendly Vehicles (EFV)*, criado em 2003, foi uma parceria entre estado e montadoras, com financiamento de 40 milhões de euros dedicados às pesquisas, com intuito de superar os desafios relacionados ao desenvolvimento de veículos elétricos e híbridos, incluindo por exemplo, o gerenciamento e armazenamento de energia elétrica. Em 2010, o governo

¹¹ Disponível em: <<http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/en/>>.

francês criou o programa *Investment for the Future (Investissements d’Avenir)*, com o objetivo de financiar projetos do setor privado para testar e validar tecnologias antes da comercialização.

Com orçamento de 1 bilhão de euros, o programa contemplou diversas temáticas, incluindo pesquisas em veículos rodoviários, ferroviários e marítimos; fontes de energia limpas; economia circular dos produtos (triagem e recuperação de resíduos); e redes inteligentes.

Além dos diversos financiamentos governamentais, universidades, empresas privadas e montadoras tomam frente no desenvolvimento de novas pesquisas e diferenciais no mercado de veículos elétricos. Como exemplo, a empresa de construção naval suíça Shiptec AG e a Siemens Energy SRL, em Milão, escolheram a Leclanché para o fornecimento de sistemas de armazenamento de energia para dois novos navios híbridos no Lago de Genebra. Os dois navios, substituirão os navios movidos a diesel existentes e serão usados para transportar passageiros entre a Suíça e a França com datas de conclusão entre 2022 e 2023. O Marine Rack System (MRS) da Leclanché, sistema modular de bateria de íons de lítio para aplicações marítimas, reduzirá o consumo de combustíveis fósseis pelos navios em 40%.

A EDP irá lançar uma *wallbox*, que dentre as funcionalidades, permite fazer uma gestão da potência. À medida que a casa vai utilizando, o VE utiliza a energia remanescente, e tudo é configurável. Ainda, a *wallbox* permite carregar uma potência de 3,7 a 22 kw, contemplando a gama total que se pode considerar no segmento residencial. Além disso, a informação é transmitida por meio de Wi-Fi ou *bluetooth*, permitindo uma melhor comunicação e gestão dos carregamentos.

2.6. Demais políticas monetárias e não monetárias

As capitais Amsterdã, Londres, Oslo, Bergen e Paris assinaram a Declaração de Ruas Livres de Combustíveis Fósseis (*Fossil Fuel Free Streets Declaration*¹²), um compromisso em nível municipal com intuito de aquisição apenas de ônibus com emissão zero a partir de 2025, garantindo uma área relevante de emissão zero até 2030.

Entre essas cidades, Amsterdã definiu um prazo imediato de 2025 para sua área de emissão zero, que incluirá veículos de carga. Bergen e Londres já implementaram zonas de emissão zero em seus centros urbanos. Outras cidades caminham na mesma direção, anunciando planos para criação de zonas de emissão zero, que se aplicam a diferentes tipos de veículos e uso.

2.7. Modelo de negócio

Como uma nova tecnologia com seu próprio ecossistema, a ascensão dos VEs está desafiando os modelos de negócios e gerando desde novas infraestrutura a soluções de serviço de cobrança, de ofertas OEM a aplicativos de gerenciamento de rede. Com isso, os operadores já existentes e os novos participantes estão tentando capturar novas oportunidades ao longo da cadeia de valor dos veículos elétricos que não existiam com os modelos a combustão interna (MCKINSEY, 2014).

A maior comodidade dos postos de carregamento é acompanhada por um aumento significativo de custos para a instalação de uma estação de recarga rápida. Custos fixos como aquisição ou locação da estação de recarga, opção por equipamentos de maior potência e adaptação da rede para um fluxo maior de eletricidade podem variar significativamente dependendo da localidade. Os custos variáveis operacionais, como aquisição de energia, mão-de-obra e contratos diversos também exercem grande impacto no custo total do investimento.

¹² Disponível em: <

Assim, as diferenças de valores nos investimentos entre estações de carregamento públicas e privadas refletem no preço da recarga em cada modalidade, e com os maiores custos de investimento direcionados a estações públicas, existe uma tendência de diminuição de sua demanda que afeta a receita das estações públicas. Alemanha, Portugal e Espanha, por exemplo, possuem déficits em suas estações de recarga pública, no entanto, arcam com os custos de instalação na medida que possuem estratégias a longo prazo para crescimento do mercado de VEs (GESEL, 2020b).

Para aumentar a competitividade de veículos elétricos se faz necessário focar nos serviços de mobilidade, adicionando valor ao cliente (EGBUE e LONG, 2012). Os futuros modelos de negócios para a mobilidade elétrica precisarão levar em conta além de financiamento de aspectos técnicos e interações energéticas entre o veículo e a rede elétrica, a prestação de serviços que agregam valor ao negócio e promovam a visibilidade da marca no país. Sem uma abordagem inovadora ao modelo de negócios, o VE se torna apenas uma alternativa mais cara e com menor autonomia que a de carros tradicionais (EGBUE e LONG, 2012; GESEL, 2020b).

Neste sentido, notam-se alguns modelos de negócios aplicados em larga escala na Europa, onde se evidencia a inovação e criatividade:

- Pagamento *ad-hoc*: este modelo de pagamento, flexibiliza o acesso a serviços pelos clientes e disponibiliza o pagamento no local por meio de cartões de crédito ou dinheiro. O valor da cobrança pode ser calculado por i) tempo de recarga, quando se busca otimizar o uso dos pontos de recarga evitando congestionamentos; ii) kWh consumido, utilizado em locais menos disputados; iii) Fidelização por taxa fixa, onde existe um pagamento fixo periódico em troca da utilização da rede de estações, obtendo também acesso a serviços extras como manutenção, limpeza e assistência técnica;
- Fidelização do cliente e livre acesso: este modelo é o mais utilizado na Europa, e consiste em não estabelecer cobranças pela recarga. Apesar de ainda não possui muita rentabilidade, propicia a expansão das estações a uma velocidade que estimula a difusão de VEs. Ainda, a concessão da localização

das estações de recarga para outros serviços, como redes varejistas, lojas, restaurantes e publicidade, são alternativas a uma receita extra sustentável;

Ao avaliar o potencial de transição para motores elétricos, uma das considerações mais importantes é o custo das tecnologias alternativas em relação aos motores de combustão convencionais. As tecnologias de motores elétricos, como os veículos híbridos elétricos ou elétricos movidos a bateria, exigem maiores investimentos no momento da aquisição e, no caso de veículos elétricos a bateria, na infraestrutura de recarga. Contudo, essas tecnologias também oferecem potenciais reduções de custo operacional – por exemplo, a redução dos custos de abastecimento e manutenção, que pode torná-las competitivas em relação aos veículos com motores a combustão ao considerarmos os custos durante a vida útil do veículo. Portanto, uma questão-chave da transição para motores elétricos no modelo de negócios é até que ponto a economia operacional compensaria os maiores custos associados a essas tecnologias alternativas (PROMOB-E, 2018b).

Dentre os aspectos fundamentais e demais componentes observados por MCKINSEY, 2014, e que propiciam novos modelos à eletromobilidade, encontram-se:

- Alocação de baterias: alguns OEMs estão experimentando o conceito de *leasing* de bateria, separado da compra do próprio VE, a fim de reduzir preços de compra mais altos de VEs para compradores em potencial. O benefício adicional para os consumidores é que eles podem substituir as baterias quando necessário e não precisam se preocupar com sua durabilidade e desempenho a longo prazo;
- Ofertas verticais de OEM: algumas montadoras desempenham papéis ativos na infraestrutura. A Tesla, por exemplo, oferece acesso exclusivo às estações Supercharger - que são compatíveis apenas com os modelos Tesla - e vem implantando nos EUA e na Europa;
- Software de navegação e aplicativos relacionados à infraestrutura de carregamento: como a infraestrutura de VE ainda não está amplamente

disponível, os motoristas de VE ainda precisam buscar a localização das estações de recarga, e o tipo de estação compatível com seu veículo;

- Serviços de cobrança (pagamento, acesso e registro) e Serviços de ponto de carregamento (instalação e manutenção): melhoram a comodidade e a percepção de segurança do usuário;
- Infraestrutura de carregamento operacional: semelhante ao que acontece em postos de gasolina, seria possível integrar os pontos de recarga aos serviços de varejo;
- Armazenamento estacionário usando baterias VE: as baterias VE (novas ou usadas) podem ser uma opção econômica para soluções de armazenamento estacionário de eletricidade, por exemplo, em residências.

Destaca-se, portanto, que se faz necessário entender que os investimentos em estações de recarga e desenvolvimento tecnológico devem ser inseridos em um planejamento a longo prazo, onde haverá uma maior difusão dos VEs. Existe uma combinação de fatores que inclui avanço tecnológico, serviços com criatividade, inovação e paciência, de modo que no futuro, os protagonistas do segmento de infraestrutura de recarga possuirão vantagens em relação aos demais concorrentes (GESEL, 2020b).

2.8. Reflexões

É importante ressaltar os esforços individuais de cada país da União Europeia acerca de incentivos à mobilidade elétrica e compreender suas diversas variações. Na busca por um futuro totalmente elétrico, as principais cidades voltadas aos VEs estão implementando ações de planejamento urbano, infraestrutura, incentivos e frotas próprias. Ainda, cada vez mais possuem metas de emissão zero, realizando grandes esforços de planejamento, a fim de identificar as funções à nível federal, municipal, e conseqüentemente, novas políticas e programas da cidade para quebrar as barreiras que o consumidor associa a eletrificação.

Ao mesmo tempo, diferentes regiões também desenvolvem soluções exclusivas.

Por exemplo, algumas cidades da Europa promovem veículos elétricos por meio de restrições de acesso e taxas de congestionamento.

Por fim, a adoção conjunta de ações para superar barreiras e desenvolver os mercados de veículos elétricos em toda a União Europeia, ajudará na obtenção de benefícios em termos de mudanças climáticas, poluição do ar, e economia de combustível. Quanto mais mercados adotarem políticas voltadas a promoção de VEs, mais rápida será a transição para uma frota global.

3. Estados Unidos

3.1 Contextualização

Em 2019, o estoque americano de veículos elétricos representou 20% da frota global, em um total de 880 mil VEs à bateria e 520 mil híbridos. Ainda, os EUA venderam cerca de 320.000 novos veículos neste ano (2020), tornando-se o terceiro maior mercado de veículos elétricos, atrás da China e da Europa (IEA, 2020). A Figura 2 ilustra as vendas anuais de veículos elétricos de 2010 a 2019, destacando as doze montadoras responsáveis por cerca de 95% das vendas em 2019 (ICCT, 2020).

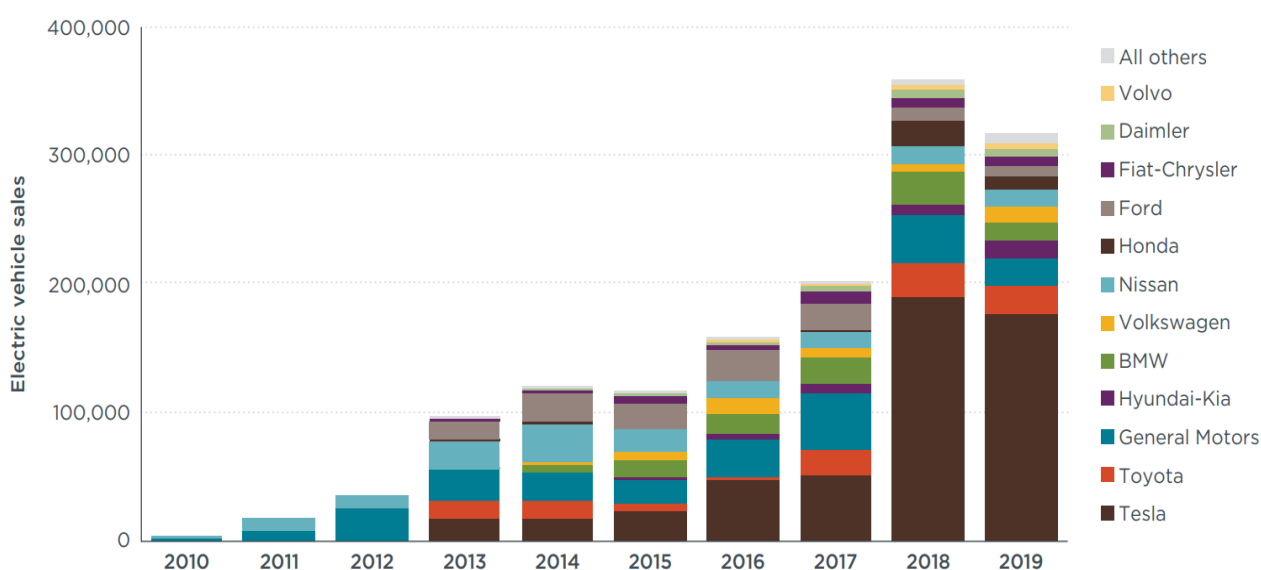


Figura 2: Venda de veículos nos EUA por montadoras
Fonte: ICCT, 2020

Tais motivações bem como o desempenho norte-americano suportam importantes instrumentos implementados para a promoção dos VEs, sustentando as particularidades da governança observada no país e seus diferentes estados.

3.2 Políticas Públicas

O instrumento mais poderoso para a aceleração da disponibilidade de veículos elétricos é a estrutura regulatória (IHS MARKIT, 2020). As barreiras iniciais relacionadas a custos mais altos, autonomia dos VEs, falta de conscientização e disponibilidade insuficiente de modelos estão sendo superadas pela promoção de atividades e políticas governamentais. À medida que o governo federal busca reduzir os requisitos para veículos com emissão zero¹³ a nível estadual e eliminar o crédito fiscal de \$7.500,00¹⁴, as autoridades regionais desenvolvem ferramentas políticas e instrumentos capazes de manter as metas de redução de suas emissões (ICCT, 2020).

O crescimento econômico e geração de empregos no setor de eletrificação de transportes dos Estados Unidos vêm sendo impulsionado por diversas políticas públicas e ações de parcerias público-privadas. O direcionamento setorial é um dos incentivos usados para estimular a indústria local nos Estados Unidos, aplicando medidas que visam regulamentar os níveis de emissões de GEE produzidos pela frota nacional. Uma das medidas mais antigas neste sentido é o *Corporate Average Fuel Economy* (CAFE standards), que data de 1975, centrado-se na definição de limites mínimos médios de economia de combustíveis a serem atingidos pelas montadoras nas frotas de veículos leves produzidos para a venda nos Estados Unidos.

O programa continua vigente, mas sofreu alterações recentes, exigindo que a Administração Nacional de Segurança de Tráfego Rodoviário (NHTSA) estabeleça os

¹³ The safer affordable fuel-efficient (SAFE) vehicles rule for model years 2021-2026 passenger cars and light trucks. Disponível em: <<https://www.federalregister.gov/documents/2020/04/30/2020-06967/the-safer-affordable-fuel-efficient-safe-vehicles-rule-for-modelyears-2021-2026-passenger-cars-and>> e The Safer Affordable Fuel-Efficient (SAFE) Vehicles Rule Part One: One National Program. Disponível em: <<https://www.federalregister.gov/documents/2019/09/27/2019-20672/the-safer-affordable-fuel-efficient-safe-vehicles-rule-part-one-onenational-program>>

¹⁴ Crédito fiscal para compras de veículos elétricos puros ou híbridos plug-in de até \$ 7.500, dependendo do tamanho da bateria (entre 4 kWh e 16 kWh). 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 Internal Revenue Service (IRS) 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 (MDIC, 2018).

padrões em níveis "máximos viáveis" até 2025. Além disso, limita tanto o consumo de combustíveis (medido em milhas por galão, mpg) quanto incentiva a redução de emissões de GEE, agora regulamentadas pela Agência de Proteção Ambiental (EPA). Entre as modificações introduzidas, destacam-se: i) a autorização para que a EPA regule as emissões de GEE no âmbito deste incentivo; ii) a definição dos padrões em função do tamanho do veículo (*footprint*); iii) a atualização anual dos padrões; iv) a definição de padrões considerando níveis "máximos viáveis" até 2030; v) a extensão do período para usar os créditos e a criação da possibilidade de compra e venda dos créditos entre montadoras (MCCONNELL, 2013).

Na Califórnia, o programa *Zero-Emission Vehicle* (ZEV) estimulou o desenvolvimento de novas instalações de fabricação de veículos com emissão zero ou quase zero, atraindo investimentos e um novo modelo de negócios voltado para o futuro. O ZEV é um componente do Programa *Advanced Clean Car* do *California Air Resources Board* (CARB) - órgão do governo responsável por monitorar a qualidade do ar no estado da Califórnia - e foi implementado pela primeira vez em 1990, com o intuito de atender aos padrões de qualidade do ar e as metas de redução das emissões de gases do efeito estufa. Ao longo dos anos, foi modificado, refletindo os avanços tecnológicos em matéria de eletrificação, exigindo um aumento nas vendas de veículos elétricos a cada ano até 2025, e promovendo a maior disponibilidade de modelos, tecnologias e esforço das montadoras. O *Clean Air Act* permitiu que estados sigam as leis federais ou os regulamentos de emissão da Califórnia, e com isso, estados como Colorado, Connecticut, Maine, Maryland, Massachusetts, Nova Jersey, Nova York, Oregon, Rhode Island e Vermont adotaram o padrão californiano (CARB, 2020).

Em 2018, o CARB votou por estender o Padrão de Combustível de Baixo Carbono (LCFS) até 2030 e dobrar a meta de redução da intensidade de carbono do programa de 10% para 20%. Sob o LCFS, as refinarias de petróleo e importadores de combustível devem reduzir gradualmente a intensidade média de carbono dos combustíveis que vendem (CARB, 2020).

Conforme ilustrado na Figura 3, as áreas ao longo da costa oeste tendem a uma maior aceitação dos VEs, muito pela proximidade com a Califórnia. Só a Califórnia respondeu a quase metade do total das vendas de veículos elétricos nos Estados Unidos no ano de 2019 (ICCT, 2020).

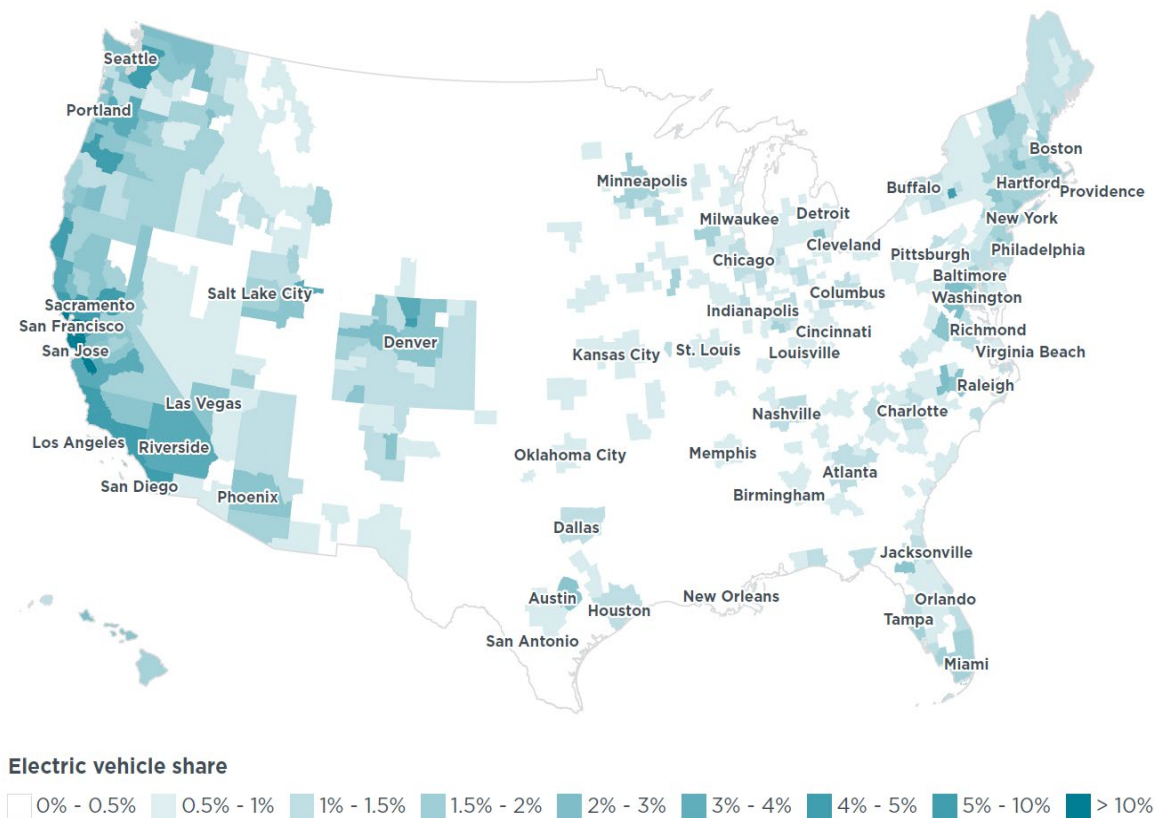


Figura 3: Share de VEs vendidos em 2019 por região metropolitana dos EUA
Fonte: ICCT, 2020; IHS MARKIT, 2020

No âmbito federal, as principais leis da temática de veículos elétricos foram: i) *Energy Policy Act* (1992 e 2005), que incentiva a renovação da frota de veículos; ii) *Energy Independence and Security Act* (EISA) (2007), que incentiva VEs nos sistemas de transporte; iii) *Clean Energy Act* (2007), que estipula parâmetros de redução de emissões de CO₂ dos veículos; iv) *American Recovery and Reinvestment Act* (*Recovery Act*) (2009), que incentiva VEs nos sistemas de transporte; e v) *Public Law 114-94/2015*, que, entre outras diretrizes, libera a circulação de veículos movidos a combustível não fóssil em faixas exclusivas de trânsito e isenta de pagamento de pedágios. Estes e outros instrumentos federais encontram-se na Tabela 1, e os principais serão detalhados no decorrer desta seção.

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

Tabela 1: Principais políticas federais para VEs nos Estados Unidos
Fonte: ICCT, 2020; MDIC, 2018; BARAN, LEGEY, 2011

A Lei de Combustíveis Alternativos para Motores de 1988 (*Alternative Motor Fuels Act*) e as Emendas da Lei do Ar Limpo de 1990 (*Clean Air Act Amendments*) incentivaram a produção e o uso de veículos com combustível alternativo (AFVs), a redução das emissões dos veículos, e levaram à criação do *Alternative Fuels Data Center (AFDC)* em 1991. O objetivo inicial do AFDC era coletar, analisar e distribuir dados usados para avaliar combustíveis e veículos alternativos. Em 1992, a promulgação da *Energy Policy Act 1992 (EPAct)* exigiu que certas frotas de veículos adquirissem AFVs. Posteriormente, o Departamento de Energia dos EUA (DOE) criou o programa *Clean Cities* em 1993 para fornecer recursos informativos, técnicos e financeiros para frotas regulamentadas pela EPAct e adotantes voluntários de veículos e combustíveis alternativos (CLEAN CITIES, 2020).

O *Vehicle Technologies Office* (VTO) do DOE facilita a coordenação nacional de coalizões de Cidades Limpas (*Clean Cities Coalition Network*) por meio de seu Programa de Integração de Tecnologia (*Technology Integration Program*), divulgação de informações, atualização, manutenção de base de dados e publicação de materiais técnicos e informativos para diversos projetos de transportes.

Assim, o programa *Clean Cities Coalition Network* busca a segurança energética, ambiental e econômica, construindo parcerias que promovam combustíveis domésticos acessíveis, sistemas de mobilidade com eficiência energética, e outras práticas para economia de combustíveis (CLEAN CITIES, 2020).

Em 2005, a *Energy Policy Act 2005* foi introduzida, possibilitando descontos em taxas para veículos híbridos e reduzindo tributos estaduais. Assim, verificou-se um aumento das vendas de veículos híbridos de 3% para 20% dependendo do modelo considerado (JENN, ALAN; AZEVEDO, INES; FERREIRA, PEDRO, 2013).

Com os objetivos, entre outros, de reduzir a dependência da economia americana em relação à importação de petróleo e aumentar a produção de combustíveis renováveis, o governo federal promulgou em 2007 o *Energy Independence and Security Act*, que destinou, entre 2008 e 2013, US\$ 95 milhões anuais à pesquisa e desenvolvimento (P&D) de um sistema de transporte elétrico e à especialização de capital humano em veículos elétricos e na tecnologia híbrida. Além disso, US\$ \$25 bilhões foram destinados aos fabricantes e fornecedores de automóveis que produzirem veículos híbridos e seus componentes até o ano de 2020 (BARAN e LEGEY, 2011).

Em 2009, foi promulgado nos EUA o *American Clean Energy and Security Act 2009*. Essa lei instituiu que o Departamento de Energia, agências reguladoras e todas as distribuidoras de energia não reguladas deveriam apresentar planos para o desenvolvimento de redes inteligentes (*smart grids*¹⁵), com suporte à tecnologia híbrido *plug-in* até julho de 2012. Adicionalmente, definiu um teto de US\$ 50 bilhões

¹⁵ Redes de distribuição de energia elétrica que permitem a comunicação em tempo real, dos consumidores aos produtores, permitindo o acompanhamento do fluxo de energia e controle sobre o consumo de eletricidade.

até 2020 para assistência financeira às montadoras e produtores de autopeças que se dedicassem ao desenvolvimento de híbridos. Com essa lei, o governo buscou reduzir a dependência do petróleo, amenizar as emissões de GEE e buscar a transição para uma economia baseada em energia limpa. Indiretamente, o incentivo financeiro à inovação tecnológica suportou a indústria automobilística americana durante a crise (BARAN e LEGEY, 2011).

As compras de veículos elétricos em um futuro próximo dependerão de medidas tomadas pelos governos estaduais, locais e entidades privadas para construção de uma rede confiável de estações de recarga. Assim, a *Public Law* 114-94/2015 designou corredores nacionais de combustível alternativo (AFCs) ao longo das principais rodovias do país. A *Federal Highway Administration* (FHWA) em conjunto com outras autoridades federais, estaduais e locais e grupos da indústria designaram os corredores como "corredor pronto" - possui postos de abastecimento de combustível suficientes para servir um corredor - ou "corredor pendente", onde o abastecimento é insuficiente.

No caso de veículos elétricos, a designação "corredor pronto" se aplica se houver estações de carregamento de VE em intervalos de 50 milhas, com o objetivo de estabelecer a infraestrutura de carregamento rápido DC de nível 3 (CANIS et al., 2019).

Os incentivos, tanto financeiros quanto não financeiros, contribuem para o crescimento do mercado de veículos elétricos, reduzindo custos e proporcionando conveniência adicional aos motoristas. A Figura 4 mostra o valor estimado dos incentivos estaduais, locais e de prestadores de serviços ao consumidor, bem como a participação dos veículos elétricos dentre os novos veículos de 2019 nas 50 metrópoles mais populosas dos EUA (ICCT, 2020).

A Figura 4 também mostra que, em muitas áreas, incentivos elevados correspondem a uma alta participação de mercado. Na Califórnia, os motoristas se beneficiam de um desconto estadual, normalmente \$2.000,00, e incentivos de serviços públicos que variam de \$600,00 a \$1.000,00. Além disso, a Califórnia incentiva faixas para veículos elétricos com maior lotação (*high-occupancy vehicle lane*, HOV).

O Colorado oferece um crédito fiscal de US \$5.000,00 para a compra de veículos elétricos. Connecticut, Maryland, Nova York, Oregon, Pensilvânia e Louisiana também forneceram aos motoristas alguma forma de incentivo na compra. No entanto, alguns estados cobram impostos ou taxas específicas sobre veículos elétricos, resultando em um desincentivo, conforme mostrado pelas barras vermelhas. Em geral, a maioria das áreas que estão em estados com taxas anuais de veículos elétricos tiveram participações de veículos elétricos abaixo da média (ICCT, 2020).

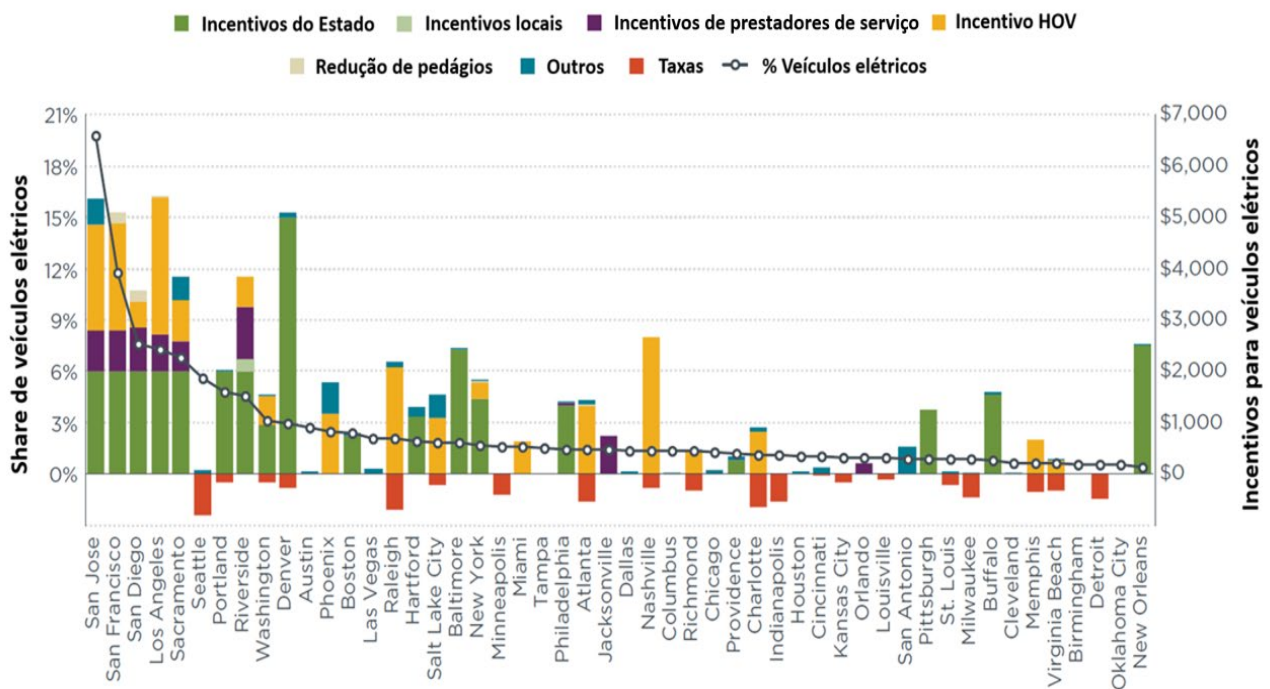


Figura 4: Participação dos veículos elétricos em 2019 e incentivos locais
 Fonte: Adaptado de ICCT (2020)

3.3 Modelo de negócio

Observa-se que nos EUA, a indústria é parte construtiva do modelo de negócios de veículos elétricos, e sua interação com o governo desenha projetos P&D que buscam expandir a capacidade produtiva, além de fomentar novas iniciativas voltadas à mobilidade, e créditos fiscais, como incentivo ao consumo a nível federal (MDIC, 2018).

Um grande exemplo de modelo de negócios voltado à inovação é o da Tesla Motors, empresa do setor automobilístico fundada em 2003 na cidade de São Carlos, na Califórnia por um grupo de engenheiros do Vale do Silício - Elon Musk (fundador do PayPal e atual CEO da Tesla Motors), Martin Eberhard e Marc Tarpenning não tinham sequer experiência na indústria automotiva (DIAS, 2017).

Nas raízes da estratégia da Tesla reside o conceito de "aprender por fazer", pelo qual a produtividade aumenta através da prática, inovação contínua e auto perfeição. A empresa resolveu comercializar seus veículos através da Internet, pois a mentalidade da companhia é que a fase de decisão ocorre antes da visita dos consumidores às lojas de revenda de carro, quando o cliente potencial está pesquisando qual veículo mais lhe agrada. Outro aspecto em que a Tesla se difere de seus concorrentes é o investimento em marketing e publicidade, onde os gastos são baixos. A empresa aposta no marketing boca a boca como o melhor anúncio, uma vez que um comprador satisfeito compartilha seus pensamentos com seus colegas. Além disso, a Tesla aproveita a mídia e a imprensa, convidando jornalistas e especialistas em diversas apresentações com clientes, divulgando seus novos produtos (DIAS, 2017).

Por sua vez, a General Motors vem acelerando o desenvolvimento de veículos elétricos nos últimos três anos, concentrando-se no desenvolvimento de baterias, um design flexível de baixo custo e um plano para produção de alto volume. Em parceria com a LG Chem e a Honda Motor, está desenvolvendo uma bateria avançada, que será menor que as atuais utilizadas em veículos elétricos, podendo ser recarregada de forma mais rápida e fornecendo mais energia. As baterias Ultium são o grande trunfo da marca, pois se adaptam a uma gama de veículos. Além disso, a GM já está testando o protótipo da nova geração Ultium, onde a química desta bateria fornecerá o dobro da densidade de energia com menos da metade do custo da química de hoje. (FORBES, 2020).

As preferências para os consumidores de veículos elétricos variam amplamente, e a maior disponibilidade de modelos e quantidade se tornam pré-requisitos para uma maior adoção. Embora o mercado americano tenha caído ligeiramente em 2019, muitas montadoras anunciaram novos modelos e compromissos para fabricar

veículos elétricos com maior autonomia de bateria e menor custo. Modelos totalmente elétricos como o Hyundai Kona, Audi e-tron e a próxima geração do Nissan Leaf entraram no mercado em 2019. Ainda, houve uma maior disponibilidade dos modelos Jaguar I-Pace e Kia Niro, lançados em 2018 (ICCT, 2020).

Em agosto de 2020, o *International Council on Clean Transportation* (ICCT) publicou um relatório compilando dados sobre infraestrutura de carregamento e políticas voltadas aos veículos elétricos das 50 metrópoles mais populosas dos EUA e concluiu que:

- Em média, o total de carregadores públicos aumentou 30% ao ano de 2015 a 2019;
- Entre 2015 e 2019, o carregamento de nível 2 cresceu 29% ao ano e o DC cresceu 52% ao ano;
- Em 2019, cerca de 140 governos locais, incluindo 34 dos 50 expostos no relatório, comprometeram-se na compra de mais de 2.100 veículos elétricos até 2020 como parte do *Climate Mayors EV Purchasing Collaborative*¹⁶.

Além das políticas já mapeadas, em 2019, Colorado e Washington adotaram os regulamentos ZEV (veículos com emissão zero) exigindo a participação crescente de veículos elétricos nos próximos anos. Ainda, o estado de Washington restabeleceu sua isenção de impostos sobre vendas de VEs, oferecendo até \$1.600,00 para veículos usados e \$2.500,00 para novos que custam menos de \$45.000,00. Minnesota iniciou um programa piloto de três anos que fornece um crédito único de \$250 para proprietários de *Battery Electric Vehicles* (BEV) ou \$125 para proprietários de *Plug-in hybrid electric vehicle* (PHEV).

¹⁶ Iniciativa criada em Janeiro de 2017 por Los Angeles e mais 30 cidades americanas, que emitiram um pedido de informações de veículos elétricos (*Request for information* - RFI), objetivando alavancar o poder de compra, reduzindo custos de VEs e infraestrutura de carregamento para todas as cidades dos EUA, condados, tribunais, distritos escolares, governos estaduais e universidades públicas, acelerando assim as transições da frota. Também incentiva treinamentos e recursos educacionais. Disponível em: <https://driveevfleets.org/what-is-the-%20collaborative/>

Houston e Memphis estabeleceram metas de veículos elétricos, Boston desenvolveu uma nova instalação de infraestrutura de carregamento e guia de permissão e Nova Orleans aprovou investimentos adicionais para carregadores públicos. Los Angeles adotou padrões de construção onde 30% do total de vagas de estacionamento em edifícios novos estejam aptas a receber equipamentos de carregamento de VEs, e 10% das vagas já tenham a instalação destes equipamentos. Cleveland e Columbus receberam concessões de aquisição e desenvolvimento de ônibus elétricos, enquanto outras cidades instituíram projetos-piloto envolvendo a compra de ônibus elétricos (ICCT, 2020).

Recentemente, 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 e geração de empregos no setor. 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).

Estes investimentos ajudariam na busca pela redução da lacuna no que diz respeito às lideranças mundiais de VEs, no entanto, será necessário apoio do Congresso, pois uma parcela grande da infraestrutura elétrica pertence a redes privadas. Ainda, a cobertura em regiões de baixa renda ou corredores interestaduais rurais é limitada, e a expansão da rede pública reduziria a polarização e facilitaria estes deslocamentos (BLOOMBERG, 2020).

3.4 Reflexões

Nota-se que a promoção dos VEs nos EUA conta com o arcabouço institucional e participação ativa do setor produtivo, desde o desenho da política, implementação e incentivos, ao monitoramento. Ainda sob a ótica da participação do governo, três órgãos são fundamentais: o DOE, no que tange à produção, tecnologia e infraestrutura; o DOT, em relação ao consumo e à infraestrutura; e a EPA, como agência responsável pelos subsídios voltados à regulação das emissões de GEE. (MDIC, 2018).

Observa-se que os EUA possuem iniciativas voltadas à mobilidade elétrica a nível federal, regional e por prestadoras de serviços/concessionárias. A nível regional e de serviços, define-se metas para VEs baseado no detalhamento e caracterização do consumo local, estabelecendo uma visão a longo prazo e identificando ações a curto prazo (ICCT, 2020).

Por fim, nota-se a importância dos VEs nos EUA no que tange a segurança energética, a problemática ambiental, o fortalecimento industrial, os incentivos fiscais e de desenvolvimento tecnológico, além das perspectivas de avanços frente às novas agendas climáticas.

4. China

4.1. Motivação

Segundo dados da IEA (2020), a China é o maior mercado de VEs do mundo, com cerca de 47% da frota e 3,5 milhões de VEs em circulação. No entanto, a estruturação de políticas, promoção e implementação de iniciativas voltadas aos VEs somente foi iniciada a partir dos anos 2000, contemplando todas as dimensões e estímulos de forma consistente e efetiva, corroborando para seu pioneirismo atual.

Além disso, a China possui montadoras especializadas em VEs, as quais se classificam em empresas do governo central, governo municipal e empresas privadas. Como exemplo das montadoras chinesas, destacam-se BYD, BAIC, Zotye, Geely Group, SAIC, Chery, JAC Motors e Kandi, representadas pelo market share na Figura 5 (MDIC, 2018).

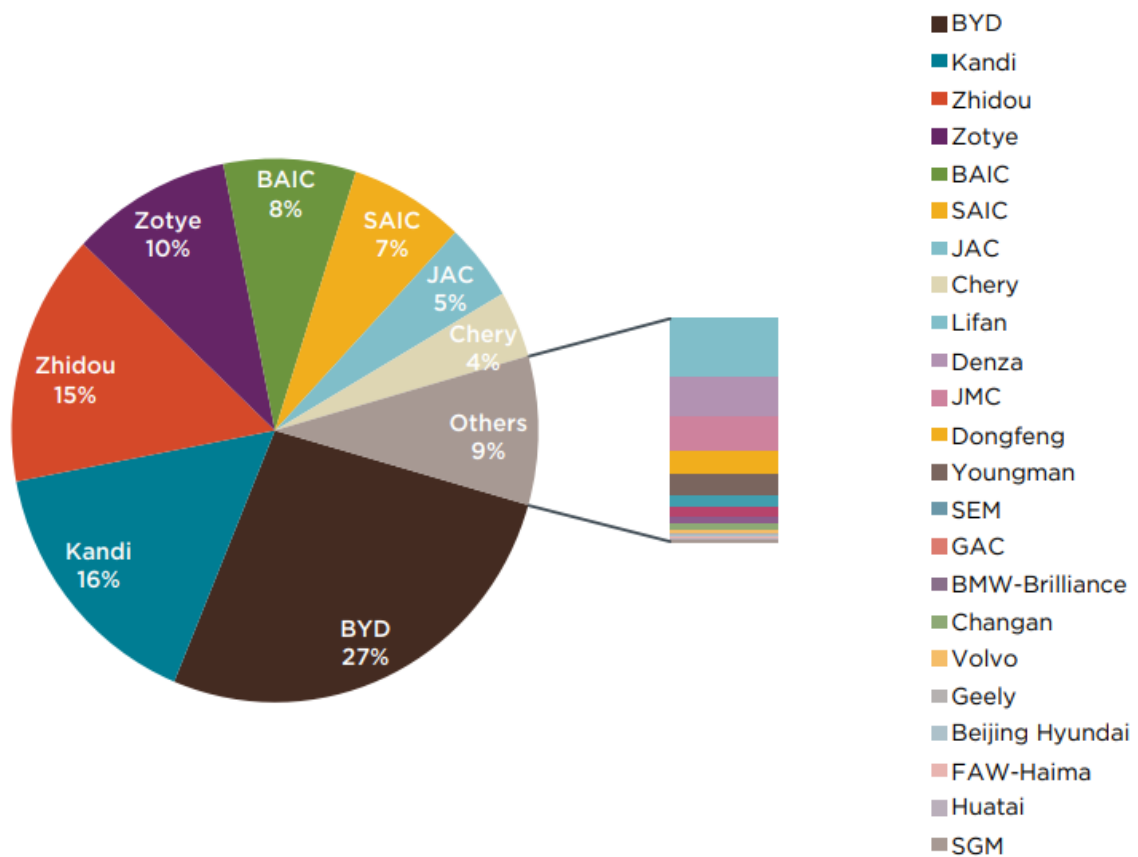


Figura 5: Participação dos veículos elétricos em 2015 por montadora
Fonte: Adaptado de ICCT, 2018

Yang (2010) afirma que o país se tornou o líder mundial no mercado automotivo em 2009. Segundo o pesquisador, o governo chinês passou a fornecer incentivos da ordem de \$15 bilhões para a indústria fortalecer seu compromisso de incentivar o desenvolvimento de veículos elétricos, gerando empregos, reduzindo sua dependência das importações de petróleo, e lidando com as diversas problemáticas ambientais, de saúde, e congestionamentos que em parte têm motivado a promoção de veículos alternativos.

No aspecto ambiental, há uma crescente preocupação sobre os desafios impostos pelas mudanças climáticas. As emissões dos veículos com motor a combustão interna são a maior fonte de poluição do ar nas grandes cidades chinesas, com aproximadamente 80% do total das emissões (CHINA AUTOMOTIVE ENERGY RESEARCH CENTER, 2013). No Acordo de Paris (2015), a China reafirmou seu compromisso de reduzir as emissões de CO₂ por unidade do PIB em 60%-65% em relação ao nível de 2005 até 2030, e aumentar a participação de combustíveis não fósseis na sua matriz energética (GAO, 2016).

De fato, a China é altamente dependente da importação do petróleo, que deve chegar a 80% até 2030, e com isso, está continuamente preocupada com seus efeitos econômicos e de segurança energética. A crescente penetração da mobilidade elétrica e a mudança de sua matriz energética com energias renováveis terão uma influência importante na diminuição da demanda futura de petróleo (MDIC, 2018).

Com relação a investimentos em produção, a China entende que o setor automobilístico tem papel estratégico para o desenvolvimento do país. Assim, promove cada vez mais políticas industriais e de inovação com intuito de fortalecer o setor e atingir a liderança mundial.

4.2. Políticas Públicas

A cada cinco anos, o governo chinês elabora um Plano Nacional de Desenvolvimento Econômico (*National Five Year Plan*) e, desde 1991, iniciativas voltadas à capacidade produtiva, infraestrutura, meio ambiente, segurança energética e P&D vêm sendo implementadas, derivando os principais instrumentos da indústria de NEVs¹⁷ (MDIC, 2018).

Gong et al. (2013) descreve os esforços do governo chinês em disseminar o uso dos VEs por meio do programa *Ten Cities, Thousand Vehicles Program*. O programa piloto que teve início em 2009 selecionando e subsidiando treze cidades chinesas para implantação de VEs, contribuindo para diversificação modal. Posteriormente o número de cidades foi escalonado para vinte e cinco.

A Tabela 2 apresenta as principais políticas implementadas na China voltadas aos veículos elétricos e sua infraestrutura. As principais serão detalhadas nesta seção.

Período	Instrumento
1991	<i>8th Five-Year Program for EV</i>
1996	<i>9th Five-Year Programa-Major S&Y Program for EV</i>
1998	<i>National Committee on EV Standard</i>
1999	<i>Deployment of Cleaner Vehicle</i>
2001	<i>10th Five-Year 863-Program for EV</i>
2004	<i>General Policy of Automobile Industry</i>
2006	<i>11th Five-Year 863-Program for EV</i>
2007	<i>Entry Regulation of NEV</i>

¹⁷ Veículos movidos a novas energias (*New energy vehicles - NEVs*) - Termo que se refere aos veículos movidos, total ou parcialmente, por novas fontes de energia. Isso inclui veículos elétricos híbridos plug-in (PHEVs, veículos elétricos de alcance estendido incluídos), veículos elétricos a bateria (BEVs) e veículos elétricos a células de combustível (FCVs). Disponível em:

https://theicct.org/sites/default/files/publications/China_city_NEV_assessment_20181018.pdf

2008	<i>Commands on Implementing Law of Energy-Saving</i>
2009	<i>Ten Cities, Thousand Vehicles Program</i>
2010	<i>12th Five-Year 863 Program for EV</i>
2011	<i>12th Five-Year National S&T Plan of EV</i>
2012	<i>Energy-Saving and New Energy Automotive Industry Development Plan</i>
2014	<i>Plan of Government Procurement of NEV/Strategy Plan for Development of Energy Industry</i>
2015	<i>Made in China 2025/ Preferential Vehicle and Vessel Tax Policies for Energy saving and New Energy Vehicles and Vessels/ Entry Regulations for Battery EV Manufacturers</i>
2015-2020	<i>Plan of Charging Infrastructure/Guidelines to Expedite Building of Charging Infrastructure</i>
2016	<i>Financial Support for New Energy Vehicles 2016-2020</i>
2017	<i>New Energy Vehicle Mandate</i>
2020	<i>NEV Industry Development Plan</i>

Tabela 2: Principais políticas federais para VEs na China

Fonte: Adaptado de ICCT, 2018; IEA, 2020; MDIC, 2018; Li, W., Yang, M., Sandu, S, 2018; Zhang, X., Wang, K., Hao, Y., Fan, J. L., & Wei, Y. M, 2013.

O governo chinês tem buscado estimular a produção de veículos elétricos por meio de regulamentações no setor. Segundo Wang e Kimble (2011), a China estabeleceu as primeiras normas e regulamentos em 2009, quando publicou um roteiro para o desenvolvimento da indústria de baterias - *Access Regulations for New Energy Vehicle Manufacturers and Products*. A preocupação do governo, além do marco regulatório, era superar os entraves decorrentes da baixa produção de VEs devido à falta de esforços em buscar formas de reduzir custos - e ampliar o mercado potencial para esses veículos. Kimble e Wang (2013) também consideraram a infraestrutura um importante desafio tecnológico para a viabilização dos carros elétricos.

Ao longo dos anos, a China introduziu diversas iniciativas para a promoção de VEs. Essas iniciativas visam a fornecer incentivos que podem ser agrupados em duas categorias, a saber monetárias e não monetárias. Os incentivos monetários incluem, por exemplo, isenções fiscais e subsídios financeiros. Os incentivos não monetários podem ser isenções no controle de tráfego e apoio público para pesquisa e desenvolvimento (Li, W., Yang, M., Sandu, S, 2018).

Dentre as principais políticas do governo chinês e provinciais para promoção de veículos elétricos, tem-se (ICCT, 2018; IEA, 2020; MDIC, 2018; Li, W., Yang, M., Sandu, S, 2018; Zhang, X., Wang, K., Hao, Y., Fan, J. L., & Wei, Y. M, 2013):

- i. Veículos com emissões zero (*New Energy Vehicle mandate policy*): em 2019, cada fabricante e importador de veículos chineses é obrigado a fabricar ou importar pelo menos 10% de veículos elétricos, e 12% em 2020. Essas regulamentações se aplicam a qualquer empresa que fabrica ou importa mais de 30.000 veículos na China. As empresas que não conseguem atingir os percentuais exigidos podem comprar créditos de empresas que cumprem em excesso. Também chamada de “*dual-credit policy*”, esta política é uma versão modificada do mandato de Veículos de Emissão Zero da Califórnia (ZEV), com objetivos de promover os NEVs. Esta política entrou em vigor em 1º de abril de 2018, e se aplica apenas a veículos convencionais. Esta regulamentação estabelece metas obrigatórias para os fabricantes de veículos a partir de 2019. De acordo com a política, os fabricantes de veículos serão avaliados em termos de consumo de combustível e produção de VEs em ordem de se qualificar para créditos NEV. Para obter esses créditos, os fabricantes precisarão produzir um número mínimo de VEs, e a quantidade de créditos que receberão será baseada em fatores como a autonomia e o peso do VE. A política determina que 10 por cento dos créditos totais de um fabricante de veículos consistam em créditos NEV em 2019 e 12 por cento em 2020. Os fabricantes que não cumprirem os requisitos serão multados ou podem negociar compra de créditos de outros fabricantes (apenas aqueles que

vendem pelo menos 30.000 veículos convencionais anualmente serão afetados).

- ii. Subsídios: com intuito de expandir o mercado chinês de veículos movidos a novas energias, entre 2009 e 2013 o governo ofereceu subsídios para compra de veículos elétricos particulares e de frotas públicas. Os subsídios eram pagos diretamente aos fabricantes baseados nos números de vendas e registros, no entanto no mesmo período ocorreram muitas fraudes nas declarações. Assim, com o aumento das práticas ilícitas e em paralelo o rápido desenvolvimento de tecnologias para VEs, o governo revisitou os critérios de subsídio. A partir de 2015, os subsídios então seriam reduzidos progressivamente, até serem eliminados em 2020, de acordo com o documento *Notice on the Financial Support Policy for the Promotion and Application of New Energy Vehicles from 2016 to 2020*, publicado pelo Ministério da Economia, Ministério da Ciência e Tecnologia, e Ministério da Indústria e Tecnologia da Informação.
- iii. Isenções fiscais: o governo chinês isenta os veículos elétricos de impostos sobre vendas. Também abona 50% nas taxas de registro de veículos elétricos.
- iv. Compras: em maio de 2016, a *National Government Office Administration* (NGOA) anunciou que mais da metade dos novos veículos de propriedade do departamento de estado central da China serão NEVs nos próximos cinco anos.
- v. Novos requisitos para fabricação de automóveis: os novos regulamentos desencorajam a construção de fábricas apenas para a fabricação de veículos a combustão interna. Sujeito a exceções, as fábricas de novos veículos são obrigadas a incluir capacidade para a construção de veículos elétricos.
- vi. Suporte para veículos elétricos com célula de combustível: o governo chinês oferece subsídios de até RMB 200.000 (cerca de \$29.000) para carros elétricos com célula de combustível e RMB 500.000 (cerca de US \$72.500) para caminhões e ônibus elétricos com célula de combustível. Isso faz

parte de um programa mais amplo para promover o desenvolvimento e a implantação de tecnologia de células de combustível veicular, com foco em veículos pesados em particular. Em 2018, por exemplo, o Ministério da Ciência e Tecnologia anunciou planos para desenvolver uma "cidade do hidrogênio" na província de Shandong para promover VEs com células de combustível.

- vii. Suporte para infraestrutura de carregamento: a produção e vendas de automóveis elétricos vêm crescendo rapidamente na China devido ao estímulo para desenvolver tecnologia avançada, políticas preferenciais e projetos piloto (Li, Y., Davis, C., Lukszo, Z., Weijnen, M., 2016), e a infraestrutura de carregamento é parte essencial da cadeia de veículos elétricos e deve ser um complemento à essa crescente demanda. O governo central chinês promove o desenvolvimento da infraestrutura de carregamento de VE como uma questão de política nacional. Além disso, muitos governos provinciais e municipais promovem a infraestrutura de carregamento de VE com incentivos financeiros e requisitos que os proprietários de edifícios fornecem para carregamento de VE. A *China State Grid* e a *China Southern Grid*, duas empresas estatais de eletricidade da China, ambas têm programas para promover o desenvolvimento de infraestrutura de carregamento de veículos elétricos.

Assim, os requisitos das Diretrizes para o Desenvolvimento da Infraestrutura de Carregamento de Veículos Elétricos 2015–2020 (*Guidelines on Electric Vehicle Charging Infrastructure Development*) apontam que o número de torres e estações de carregamento deve exceder, respectivamente, 4,8 milhões e 12.000 até 2020, que são 154 vezes e 15 vezes os níveis existentes. Ainda, de acordo com as metas de construção sub-regional da infraestrutura de carregamento na China, a infraestrutura de carregamento se desenvolverá rapidamente nas zonas de aceleração, zonas de demonstração e zonas de promoção ativa, conforme mostrado na Figura 6 (T. Yang, R. Long, W. Li, and S. Rehman, 2016).

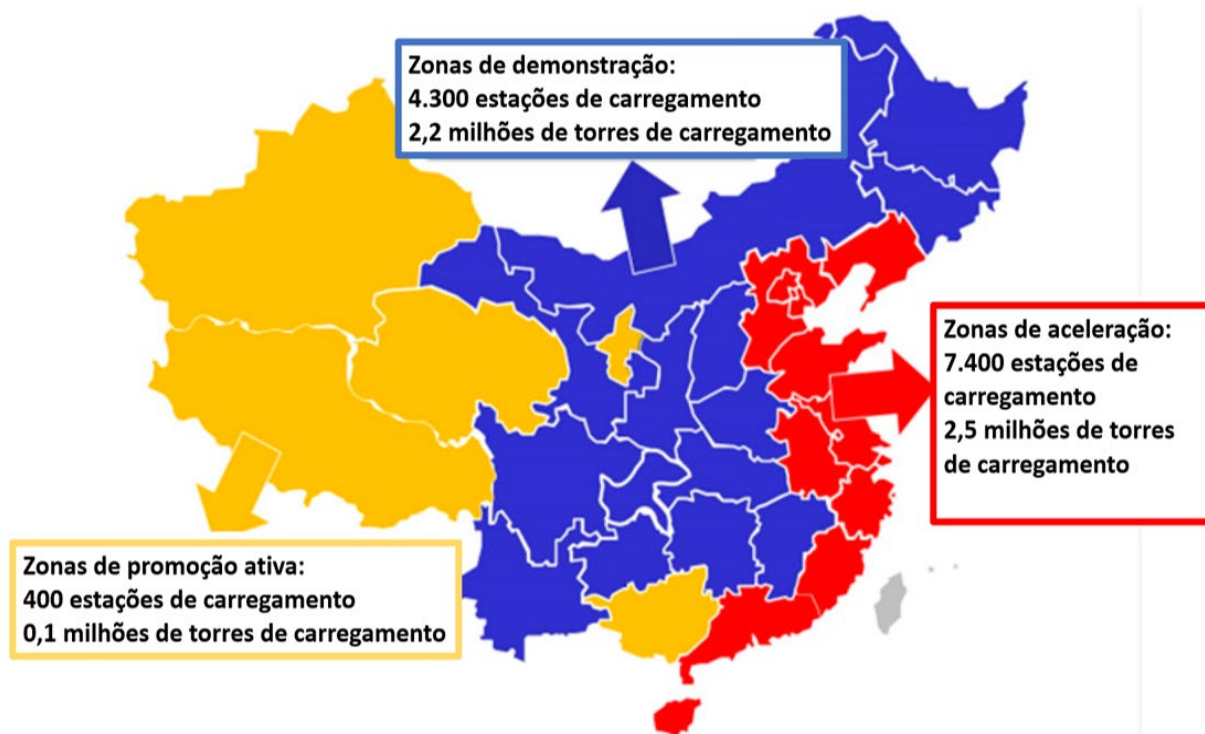


Figura 6: Metas para a infraestrutura de carregamento sub-regional na China (2015–2020)
 Fonte: Adaptado de T. Yang, R. Long, W. Li, and S. Rehman, 2016.

Em abril de 2020, o Ministério das Finanças (MOF), o Ministério da Indústria e Tecnologia da Informação (MIIT), o Ministério da Ciência e Tecnologia (MOST) e a Comissão Nacional de Desenvolvimento e Reforma (NDRC) emitiram um aviso estendendo o subsídio fiscal para NEVs até o final de 2022, ajudando a amenizar a redução do subsídio progressivo (*Notice on the Financial Support Policy for the Promotion and Application of New Energy Vehicles from 2016 to 2020*). O recentemente emitido “*NEV Industry Development Plan (2021-2035)*” determinou a rota de desenvolvimento da nova indústria automotiva de energia antes de 2035 e as metas de desenvolvimento em diferentes estágios (ICCT, 2018).

4.3. Modelo de negócio

O Estado Chinês, por meio de seus ministérios, é o principal ator para o estímulo e desenvolvimento da mobilidade elétrica. O Conselho de Estado (*State Council*) é a principal autoridade administrativa do país, representado pelo primeiro-ministro e composto pelos chefes de cada ministério e agências do governo. Assim, o Conselho de Estado coordena os ministérios da Indústria e Tecnologia da Informação (MIIT), da

Ciência e Tecnologia (MOST), e de Finanças (MoF), bem como a Comissão Nacional de Desenvolvimento e Reforma (NDRC), em relação às políticas focadas nos VEs. Assim, dentre as responsabilidades de cada entidade no contexto de VEs, tem-se (MDIC, 2018):

Ministério da Indústria e Tecnologia da Informação: tem como principal objetivo o planejamento do desenvolvimento industrial e padrões relacionados a veículos elétricos, como os de qualidade. Por exemplo, o MIIT é responsável pela Política de Desenvolvimento da Indústria Automobilística (*Automotive Industry Development Policy*), que prioriza os NEVs e a produção de componentes-chave para os VEs, como baterias, motores e controles elétricos.

Ministério da Ciência e Tecnologia: responsável por implementar programas de P&D para os VEs. Um dos principais é o Programa 863 (*National High Technology Research and Development Program*), cujo objetivo é financiar P&D nos estágios iniciais de desenvolvimento da indústria. Em conjunto com outras entidades, o MOST elabora os principais regulamentos da indústria de NEVs.

Ministério das Finanças: administra as políticas macroeconômicas e orçamentárias de forma geral. Em relação aos VEs está envolvido nos subsídios, taxas preferenciais e incentivos monetários. Com o Ministério da Indústria e Tecnologia da Informação e Ciência e Tecnologia, o MoF tem implementado políticas como, *Subsidy Standards for Private Purchase of New Energy Vehicle (2010)*, *Ten Cities, Thousand Vehicles (2009)* e *Notice Regarding Implementation of Experiment Work of Demonstration and Promotion of Energy-Saving and New Energy Vehicles (2009-2015)*, todas políticas de subsídio à compra de VEs para uso público e privado.

Comissão Nacional de Desenvolvimento e Reforma (*National Development and Reform Commission NDRC*): tem por objetivo formular e implementar estratégias nacionais de desenvolvimento econômico e social, bem como planos anuais e de desenvolvimento a médio e longo prazo. Estimula o desenvolvimento dos VEs.

Em relação à padronização dos VEs, a Administração Nacional de Padronização (*National Standardization Administration of China, SAC*) é a organização líder no desenvolvimento, aprovação, publicação e promoção das normas nacionais para VEs

e instalações de postos de carregamento. Ela representa a China ante a *International Organization for Standardization (ISO)* e a *International Electrotechnical Commission (IEC)*. Embora as empresas automobilísticas chinesas sejam majoritariamente estatais, duas empresas voltadas à mobilidade elétrica possuem destaque: BYD e Geely. A BYD foi fundada em 1995 no setor de tecnologia e energia, sendo considerada a maior fabricante de baterias carregáveis, baterias de níquel cádmio e baterias de lítio para celulares. Posteriormente, começou a utilizar suas capacidades em tecnologias da informação para se inserir no mercado de VEs, e hoje é líder mundial na produção e venda de VEs, ônibus elétricos e baterias, ampliando cada vez mais suas operações inclusive no Brasil. A Geely começou seus investimentos em NEVs em meados de 2000. Em 2010, a Geely adquiriu a empresa Volvo como parte de sua estratégia de fortalecimento de seu posicionamento em NEVs, pois a Volvo, além de ser reconhecida por seus sistemas de segurança, tem desenvolvido tecnologias de economia de energia, tanto para motores tradicionais de combustão como para NEVs (MDIC, 2018).

Dessa forma, a China está tomando medidas cada vez mais agressivas, assim como os governos locais e demais instituições públicas e privadas. Por exemplo, Pequim e Shenzhen iniciaram um programa de contrapartida para fornecer a mesma quantidade de subsídios que o governo central. No entanto, o governo central limitou os subsídios locais a 50 por cento do montante subsidiado pelo governo central em 2016 para impedir as sucessivas fraudes nas declarações. Assim, a estrutura de governança da mobilidade elétrica na China é complexa e abrange atores de diversos setores para além do governo, estimulando a implementação de políticas públicas.

4.4. Reflexões

Nos últimos anos, a China surpreendeu o mundo com o impressionante crescimento de sua frota de veículos elétricos. No final de junho de 2019, quase metade dos carros elétricos e 99% dos ônibus elétricos do mundo estavam na China (IEA, 2020). Por trás desse sucesso está uma série de estratégias e políticas que surgiram na última década para apoiar o salto da indústria automotiva do país. Entre eles, a *Ten Cities, Thousand*

Vehicles, lançada em 2009, e suas expansões subsequentes moldaram a configuração da implantação de veículos elétricos na China.

A interação entre os diversos atores da governança chinesa, além da coordenação centralizada do Estado, têm sido fatores chave para a liderança da China no mercado de veículos elétricos. Todos esses atores compactuam com objetivos comuns como fortalecer a indústria de VEs no país, liderar o desenvolvimento tecnológico, e mitigar a problemática ambiental e de saúde, mantendo a segurança energética do país.

5. Caracterização do Mercado de Mobilidade Elétrica no Brasil

Esta seção busca caracterizar o mercado de mobilidade elétrica no Brasil, a partir da apresentação das principais motivações, políticas públicas e possibilidade de modelo de negócio. Ao final, são apresentadas algumas reflexões sobre os principais desafios e oportunidades ao desenvolvimento nacional do setor.

5.1. Motivação

Em busca de veículos mais eficientes e com menor impacto ambiental, o setor automotivo retomou e intensificou o interesse pelos veículos elétricos. Nos anos 2000, mais um aspecto passou a contribuir de forma significativa para esse movimento: o preço do petróleo alcançou níveis elevados, impactando diretamente no preço dos combustíveis derivados, o que fomentou tecnologias veiculares alternativas (SLOWICK et al., 2018).

No Brasil, a rota tecnológica dos biocombustíveis é a que tradicionalmente vem se destacando, desde o Programa Nacional do Álcool (PROALCOOL), na década de 1970, até a atual Política Nacional de Biocombustíveis (RENOVABIO), instituída pela Lei nº 13.576/2017. Assim, o mercado de veículos elétricos sempre teve um papel marginal na composição de políticas e ações governamentais. A frota total de VEs, em 2020¹⁸, somava cerca de 30.092 unidades licenciadas, sendo que, cerca de 25% dessas unidades eram de veículos elétricos a bateria ou veículos *plug-in*, portanto o estoque de veículos que demandavam infraestrutura de carregamento era de, aproximadamente, 7.523 unidades¹⁹.

A maioria destes veículos está concentrada na região sul-sudeste, a qual apresenta uma atividade logística de frete e de passageiros mais intensa (ANFAVEA, 2020). Este mesmo padrão de desenvolvimento geográfico é observado no crescimento da

¹⁸ Contagem até junho de 2020.

¹⁹ Para efeito comparativo, a frota total é da ordem de 64 milhões de veículos (CODELLOS, 2017).

infraestrutura de recarga pública²⁰, totalizando cerca de 279 pontos de carregamento²¹ no Brasil, das quais 250 estações são do tipo 1 ou tipo 2 (carregadores lentos) e 29 do tipo 3 (carregadores rápidos).

Destaca-se, entretanto, que atualmente o setor automobilístico no Brasil representa cerca de 5% do produto interno bruto (PIB) e foi responsável por pouco mais de 20% do PIB industrial, gerando aproximadamente 1,3 milhão de empregos diretos e indiretos (ANFAVEA, 2020). Ainda, o setor de transportes respondeu a aproximadamente 32,7% do consumo total de energia, e responsável por 45,4% das emissões de CO₂eq, relativas ao setor de energia do país no ano de 2019 (MME, 2020).

Apesar do crescimento incipiente de VEs a nível nacional, o crescimento das vendas a nível internacional mostra-se significativo e consistente. Neste sentido, um cenário de difusão em massa de VEs poderia causar uma disrupção tecnológica no ecossistema da indústria automobilística a nível global, com impactos amplos na economia. Portanto, torna-se necessário e estratégico a revisão das políticas do setor automobilístico nacional. Esta revisão deve buscar mitigar riscos de mercado e preparar a agenda governamental para incorporar tecnologias de propulsão mais eficientes na matriz de transporte.

Outros elementos que fundamentam a mobilidade elétrica no Brasil são a segurança energética, a segurança ambiental e a inovação industrial. Em relação à segurança energética, observa-se que, de acordo com o Balanço Energético Nacional 2020 - ano base 2019 (EPE, 2020), o setor de transportes foi o primeiro colocado no consumo energético, com 33% do consumo total. Atualmente, o setor de transportes brasileiro tem o petróleo como fonte primária de energia, sendo a principal fonte o óleo diesel (41,9%) , seguido pela gasolina (25,3%) e pelo álcool etílico (20,6%). O primeiro é utilizado, predominantemente, em ônibus e caminhões, enquanto a gasolina é usada,

²⁰ Referência as estações de acesso livre, as quais geralmente estão localizadas em espaços privados de acesso público.

²¹ Contagem realizada pelo Website PlugShare.

principalmente, em automóveis e motocicletas. Nesse sentido, a maior participação da eletricidade na matriz de transporte brasileira apoia na garantia da segurança energética do setor.

Relativamente à segurança ambiental, destaca-se a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) e da poluição local alcançada pelo uso dos VEs. Entretanto, a adoção em massa de veículos puramente elétricos merece igual cautela: é necessária uma matriz de geração de eletricidade limpa para que o balanço global seja positivo (ALENCAR; AZEVEDO, 2019) e, neste aspecto, o Brasil apresenta ampla vantagem. O país dispõe de uma matriz elétrica predominantemente limpa e renovável, revelando uma perspectiva promissora para a promoção da mobilidade elétrica. Outro fator relevante para a saúde pública que merece destaque é a redução da poluição sonora e a condução silenciosa viabilizada pelos VEs, os quais oferecem uma viagem com menos ruídos, com impactos diretos na redução do *stress* nos trânsitos intensos das grandes cidades. Por utilizar um motor elétrico, os VEs não emitem à poluição sonora que vem dos ruídos do motor a combustão interna e do sistema de escape - principais fontes de ruídos dos automóveis (LUZ SOLAR, 2018).

Por fim, no que diz respeito à inovação industrial, percebe-se que, apesar da grande presença de montadoras tradicionais no *ranking* de licenciamentos de híbridos e elétricos, os EVs abrem oportunidades para novos entrantes, pois uma tração puramente elétrica é mais simples e um motor elétrico tem menos componentes que um motor a combustão interna, além de ter uma produção mais descentralizada. De acordo com Slowick et al. (2018), a eletromobilidade é uma opção de modernização da indústria no Brasil. Ademais, a indústria automobilística brasileira, composta por montadoras e empresas de autopeças, apresenta grande relevância no plano econômico nacional, pois é responsável por 4% do PIB e gera, aproximadamente, 1,3 milhão de empregos diretos e indiretos em território brasileiro (SLOWICK et al., 2018). Assim, o investimento em tendências de eletrificação do setor automobilístico influencia a indústria nacional a se manter alinhada com as direções atuais do mercado internacional, não correndo risco de perda de competitividade.

Ressalta-se ainda a iniciativa pioneira e estratégica da ANEEL, através da chamada nº 22, voltada à provisão de soluções para a infraestrutura de recarga, fomentou as condições necessárias para levantar a discussão nas empresas do setor elétrico de energia e movimentar a cadeia de valor de recarga a nível nacional. Com mais de 30 projetos aprovados para a implementação, a iniciativa busca prover a infraestrutura de recarga mínima para se viajar do Sul ao Nordeste do Brasil em um VE.

5.2. Políticas Públicas

Em termos de planejamento e efetivação de políticas públicas, os governos têm papel essencial como facilitadores na redução da vulnerabilidade das cidades frente às mudanças climáticas (BARDSLEY, D. K, 2015). A adoção de políticas que privilegiem práticas sustentáveis, além de medidas voltadas à mudança de comportamento da sociedade, promovem a transição para modelos urbanos cada vez mais sustentáveis. Muitas vezes, são necessárias políticas mandatórias, instrumentos reguladores ou taxaço para efeito de mitigação das mudanças climáticas (PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E CIDADES, 2016).

A criação de um ambiente favorável para a evolução do mercado (emergente) de veículos elétricos no Brasil passa pelo desenvolvimento de uma infraestrutura pública de recarga rápida que permita a difusão da mobilidade elétrica em rotas de longa distância. Segundo Castro *et al.* (2020), a infraestrutura pública de recarga deverá ser: i) interoperável, com a presença de múltiplos comercializadores de energia; ii) concorrencial, com a presença de múltiplos operadores de pontos de carregamento; iii) ter escala nacional, visão de longo prazo, com roaming em todo o país; iv) possuir sistema aberto, com compatibilidade tecnológica e protocolos abertos. Tais características de rede colocam o utilizador do VE no centro das operações, permitindo que todos os usuários e fornecedores tenham acesso à rede de abastecimento.

Entretanto, a criação de uma rede de carregamento de veículos elétricos, vai muito além da simples disponibilização de estações de carregamento, envolvendo também sistemas que permitam a conectividade e integração do usuário, veículo e rede

elétrica. Além disso, um dos principais parâmetros responsáveis por incrementar a taxa de penetração de VEs no país será um custo de carregamento atrativo para os usuários finais.

Francescato (2019) realizou simulações de custo Brasil em relação ao carregamento dos veículos elétricos, apresentando R\$ 0,74/MWh até R\$ 1,74/MWh como valores de custo específico de carregamento, em função do tipo de bandeira tarifária, horário de operação do eletroposto e carregador utilizado. O estudo também ressalta a necessidade do desenvolvimento de infraestrutura de recarga. Para Tosin e Kuroda (2019), a matriz elétrica projetada para o ano de 2040 suportaria a introdução de veículos elétricos, desde que investimentos e implantação de redes inteligentes de gerenciamento da recarga das baterias sejam implementados, evitando o colapso do sistema.

De modo geral, nota-se no Brasil uma falta de direcionamento para a promoção dos VEs, bem como uma desarticulação de atores e, portanto, de ações para a promoção desse tipo de mobilidade e desta indústria no território nacional. Sendo assim, as iniciativas no âmbito das políticas públicas que visam promover a integração dos VEs aos sistemas de energia no Brasil são poucas e têm abrangência limitada. Entretanto, apesar de incipientes e descentralizadas, observa-se um aumento significativo das iniciativas governamentais de mobilidade elétrica nos últimos anos, tanto no âmbito federal quanto no municipal. Este fato cria momentum para a ampliação da discussão do tema pela sociedade civil, acadêmicos e empresários. A seguir destacam-se algumas iniciativas federais e municipais.

O Projeto de Lei nº 3.895, de 22 de maio de 2012, elaborado pelo deputado federal Ronaldo Benedet, dispõe sobre a atividade de revenda varejista de eletricidade para abastecimento de veículo automotor elétrico ou híbrido. O projeto altera a Lei nº 9.074 de 1995 e cria a figura do revendedor varejista de energia elétrica para fins automotivos ao dispor sobre a atividade de revenda varejista de eletricidade para abastecimento de veículo automotor elétrico ou elétrico híbrido.

De acordo com a proposta, tanto as permissionárias e concessionárias de distribuição de energia elétrica como o revendedor varejista de eletricidade registrado na Aneel poderão realizar essa atividade. Além disso, a proposta estabelece que o revendedor varejista pode gerar a energia elétrica que comercializará parcial ou totalmente.

O Projeto de lei aguarda designação de relator na Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania (CCJC) (PROMOB-E, 2018).

O Projeto de Lei da Câmara nº 65, de 15 de julho de 2014 (antes PL no 4.751/2012), dos deputados federais Heuler Cruvinel e Onofre Santo Agostini, obriga as concessionárias de energia elétrica a instalar eletropostos em estacionamentos públicos e o poder público a desenvolver mecanismos que promovam, nos prédios residenciais, a instalação de tomadas para recarga de VEs nas vagas de garagem. Até 24 de julho de 2018, foram 148 cidadãos que opinaram sobre a matéria, sendo 138 a favor e 10 contra. O projeto foi arquivado ao final da legislatura em 12 de dezembro de 2018 (PROMOB-E, 2018).

O Grupo de Trabalho 7 - Híbridos e Elétricos (GT7), teve início em outubro de 2017 e foi criado no âmbito das discussões do Rota 2030. O GT7 visa elaborar um plano nacional para o desenvolvimento da mobilidade elétrica baseado na participação e no diálogo entre setores e instituições representando ministérios, empresas públicas, reguladores, normatizadores, associações, sindicatos, centros de pesquisa e universidades, como MDIC, MCTIC, MME, GIZ, EPE, BNDES, Aneel, Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), ABDI, *Society of Automotive Engineers* (SAE), Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea), Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee), Associação Brasileira de Baterias Automotivas e Industriais (Abrabat), Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores (Sindipeças), Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD), Instituto de Tecnologia Edson Mororó Moura (Itemm) e Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai, unidades de São Paulo e Paraná).

O subgrupo temático SGT03 aborda temas relacionados à infraestrutura e à regulamentação de energia, buscando formas de incentivos, padronização, interoperabilidade e regulamentação de abastecimento energético. Além disso, um Grupo de Coordenação trabalha para a consolidação dos demais subgrupos e para formulação de arranjo institucional, conciliação com demais políticas e harmonização de normas técnicas. As discussões continuam em andamento e produtos preliminares em fase de finalização (PROMOB-E, 2018).

Pelo lado da oferta de infraestrutura de recarga, observa-se, no Brasil, que há poucas iniciativas fiscais, tributárias e de financiamento, sendo a falta de incentivo monetário um dos fatores principais que desestimulam a aquisição e instalação de postos de carregamento (PROMOB-E, 2018). Mesmo diante deste cenário, algumas iniciativas privadas surgiram recentemente no Brasil. Dois exemplos de destaque são: i) a eletrovia na Rodovia Presidente Dutra (BR-116), que liga o Estado de São Paulo ao Rio de Janeiro, e ii) a eletrovia Paranaense na BR 277, que instalou 12 estações de recarga entre Paranaguá e Foz do Iguaçu. O corredor de carga rápida da Via Dutra é um projeto com investimento da EDP e da BMW, em parceria com a *Electric Mobility Brasil* (ABVE, 2018). Já a rede Paranaense foi desenvolvida pela Copel, em parceria com a Itaipu Binacional.

No entanto, pelo lado da demanda, nota-se a existência de medidas governamentais, em diferentes níveis, voltadas ao incentivo do consumo. Dentre as quais, destacam-se:

- i. Isenções e reduções fiscais à aquisição de VEs; e
- ii. Isenções e reduções de impostos, como Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) e Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA).

No âmbito federal, por exemplo, as Resoluções da Câmara de Comércio Exterior (Camex), de 18 de setembro de 2014, de 27 de outubro de 2015, e de 24 de março de 2016, isentaram ou reduziram a alíquota do imposto de importação (II) de VEs e híbridos de passeio e de veículos puramente elétricos de transporte de mercadorias. Por meio das três resoluções, a Camex reduziu o II dos veículos citados, de acordo

com o consumo energético por quilômetro do veículo. O II incide sobre importação de mercadorias estrangeiras e bagagem de viajante procedente do exterior. Para as mercadorias estrangeiras, o cálculo é baseado na alíquota indicada pela Tarifa Externa Comum (TEC).

Dessa forma, ao incluir certos tipos de carros elétricos e híbridos na Lista de Exceções à Tarifa Externa Comum (Letec), a Camex reduz (ou isenta) a alíquota do II para esses veículos. As reduções foram de 35% para 0%, 2%, 4%, 5% e 7%, de acordo com a descrição do destaque tarifário de automóveis híbridos *plug-in* de cilindrada superior a 1.500 cm³ e inferior a 3.000 cm³, também foi reduzida de 35% para zero a alíquota do II para carros elétricos e movidos a células de combustível. Os automóveis de transporte de mercadorias de tração puramente elétrica também tiveram a alíquota do II reduzida de 35% para zero (PROMOB-E, 2018).

O Projeto de Lei do Senado nº 780, de 2015, do Senador Angelo Coronel, altera as Leis no 8.989/1995, que dispõe sobre a Isenção do Imposto sobre Produtos Industrializados - IPI, e no 8.383/1991, que institui a Unidade Fiscal de Referência. Um dos objetivos do deste projeto é isentar do IPI e do Imposto sobre Operações Financeiras (IOF) o automóvel elétrico ou híbrido adquirido para uso como táxi ou por pessoas portadoras de deficiência física e para isentar do IOF o trabalhador desempregado ou subempregado, titular de financiamento do denominado Projeto Balcão de Ferramentas. A ementa está pronta para a pauta na comissão desde setembro de 2019 (SENADO, 2015).

A Rota 2030, publicada em 5 de julho de 2018 e coordenada pelo MDIC, ABDI e MF, tem por objetivo apoiar o desenvolvimento tecnológico, a competitividade, a inovação, a segurança veicular, a proteção ao meio ambiente, a eficiência energética e a qualidade de automóveis, caminhões, ônibus, chassis com motor e autopeças. O Programa tem duração prevista de 15 anos, com três ciclos de desenvolvimento. Entre suas diretrizes, estão o incremento da eficiência energética, o aumento do investimento em pesquisa, desenvolvimento e inovação no país, o estímulo à produção de novas tecnologias e a promoção de formas alternativas de propulsão. No

desenvolvimento do documento, discutiu-se reformular a alíquota do IPI com base na eficiência energética – índices de emissão e de potência – em substituição à capacidade cúbica dos motores, tema do Decreto nº 9.442, de 6 de julho de 2018. O Decreto do Presidente da República nº 9.442, de 5 de julho de 2018, alterou as alíquotas do IPI incidente sobre veículos equipados com motores híbridos e elétricos de acordo com as alíquotas estabelecidas na Nota Complementar nº 87-4, conforme critérios de eficiência energética e massa em ordem de marcha, especificados na Nota Complementar nº 87-6, ambas da tabela de incidência do IPI (PROMOB-E, 2018).

O efeito direto da Rota 2030 como incentivo foi a redução de IPI, que anteriormente era incidente em 25% e pela regra atual pode chegar a 7% para os veículos mais eficientes. Entretanto, esta medida recebe críticas, pois apenas reduziu o imposto dos veículos, enquanto em diversos países estes valores foram zerados para incentivar o consumo.

Além do governo federal, alguns governos estaduais também implementaram incentivos aos VEs. Em relação aos incentivos monetários a nível municipal, destaca-se a iniciativa de isenção e alíquota diferenciada de IPVA para veículos movidos a motor elétrico nas cidades de São Paulo e São Bernardo. O objetivo é estimular a utilização de veículos que não agridam o meio ambiente (elétricos) através da redução da carga tributária. As cidades de São Paulo e São Bernardo dão descontos na parcela do IPVA destinada aos municípios, em 50% do IPVA. Em São Paulo, a prefeitura abriu mão integralmente da sua parcela do IPVA para VEs. Já em São Bernardo, o município devolverá 25% do valor total pago do IPVA. A depender da cidade, os critérios para isenção ou desconto variam, mas, geralmente, estão relacionados ao valor de compra do veículo, têm um limite de desconto e restringem-se aos primeiros anos de tributação (PROMOB-E, 2018).

Já a cidade de Curitiba isenta, desde março de 2019, carros elétricos de pagamento de estacionamento regulamentado (EstaR). O objetivo é incentivar a eletromobilidade e o uso de veículos não poluentes na cidade. Com o decreto, o dono de veículo elétrico poderá ficar sem pagar o EstaR por até duas horas, de acordo com a área já disponível

para estacionamento rotativo na cidade. Após esse tempo, terá que mudar de local. Segundo dados do Detran-PR, a frota de veículos elétricos em Curitiba ainda é pequena – são 89 automóveis - mas deve crescer significativamente nos próximos anos. Para usufruir da isenção, cujo decreto tem validade de dois anos, os donos de veículos e as empresas de *carsharing* deverão fazer um cadastro na Urbanização de Curitiba (Urbs). No caso do *carsharing*, não haverá limite de horas para a isenção (CURITIBA, 2019).

5.3. Modelo de Negócio

Apesar da presença de incentivos fiscais para os VEs no país, estes não são suficientes para garantir um grande crescimento do seu mercado e a construção da sua infraestrutura de carregamento (CASTRO et al., 2020). Embora o desenvolvimento da infraestrutura de recarga apresente uma correlação intrínseca com a rede de fornecimento de energia, sua implantação como investimento depende do interesse, tanto a nível central quanto subnacional, do setor público e da sociedade civil na provisão e no financiamento dessa infraestrutura (DE MELLO, 2016). Particularmente no Brasil não existe um alinhamento nacional sobre a temática da mobilidade elétrica, o que é refletido no conjunto de políticas públicas de incentivo à difusão de postos de carregamento.

Consequentemente, o modelo de investimento na infraestrutura de recarga surge em decorrência do interesse privado e com poucos incentivos governamentais²².

²² A composição do investimento em infraestrutura entre o setor privado e o governo mudou substancialmente ao longo do tempo. Em muitos países, os esforços para estimular o financiamento privado ao investimento e a privatização de vários serviços públicos levaram a um declínio na participação do governo no gasto total em infraestrutura (DE MELLO, 2016).

Assim, o enquadramento regulatório adotado pela ANEEL, a resolução 819 de 19 de junho de 2018, estabelece regras mínimas de mercado, evitando intervenções técnicas, à exceção da restrição do VE injetar energia na rede elétrica, e estabelecendo algumas diretrizes gerais para recarga de VEs e cobrança dos serviços de adequação da rede, caso necessário.

O modelo de negócio deve levar em consideração os diferentes atores envolvidos na cadeia de valor de recarga para os VEs (CAPGEMINI, 2019):

- Abastecimento de energia, que envolve atividades que vão desde produção de energia para usuários finais de distribuição e cobrança;
- Infraestrutura de carregamento, que abrange todas as atividades que variam da produção da estação de carregamento às vendas, instalação, operação e manutenção das estações;
- Serviços complementares, que agregam todas as atividades necessárias para o desenvolvimento da infraestrutura de carregamento de VE, desde a cobrança e *roaming* até gerenciamento de bateria.

Devido ao programa de P&D da ANEEL, algumas empresas do setor elétrico de distribuição de energia vêm pesquisando o tema da mobilidade elétrica e possíveis atuações há algum tempo no Brasil, como é o caso do Grupo CPFL, que investe no setor desde 2013. Destacam-se também a ENEL, EDP e COPEL, embora somente a partir de 2017 observa-se uma maior movimentação na exploração deste mercado em potencial. No geral, as empresas do setor elétrico procuraram parceiros do setor automobilístico, fornecedores de equipamento, proprietários de pontos de acesso público e provedores de softwares para a execução de seus projetos. Dentre os parceiros, destacam-se o Grupo BMW Brasil, BOSCH, WEG, redes Graal e postos Ipiranga.

Os exemplos de modelos de negócio no Brasil são incipientes, porém suficientes para acompanhar a difusão dos VEs. Os empreendimentos identificados no mercado nacional podem ser categorizados pela origem do investimento, resultando em três

grandes grupos: i) empresas do setor elétrico, ii) empresas automobilísticas e iii) *startups*, focadas em infraestrutura de carregamento. Cada grupo de investidores apresenta uma motivação e um diferencial de mercado e, à medida que o mercado VEs passa a evoluir, é esperado que novos participantes se movam ao longo dessa cadeia de valor e contribuam para sua complexificação e densificação.

A análise do ecossistema da mobilidade elétrica permite, *grosso modo*, a estruturação de 3 modelos de negócios (EMOTIVE, 2018), ver Quadro 1 e 2:

1. Modelo Aberto - implantado e operado integralmente pela iniciativa privada;
2. Modelo Híbrido - a implantação e operação é realizada tanto no ambiente regulado como no privado, com vistas a incentivar a consolidação do mercado e garantir segurança de abastecimento;
3. Modelo Regulado - compreende um negócio regulado tanto na implantação como na operação da infraestrutura.

	Implantação e manutenção dos EPs	Operação e relacionamento com clientes	Integração entre operadores
Modelo Aberto	Privado	Privado	Privado
Modelo Híbrido	Regulado Privado	Regulado Privado	Privado
Modelo Regulado	Regulado	Regulado	Privado

Quadro 1: Modelos de negócios para ME

Fonte: EMOTIVE, 2018

Dimensão	Cobertura na fase inicial do mercado	Cobertura na maturidade do mercado	Penetração na maturidade do mercado	Estímulo à competitividade	Estímulo à mobilidade elétrica brasileira
Descrição	EPs para a cobertura nas áreas urbanas	EPs para atender uma maior frota de VEs	EPs para prover um nível de serviço de qualidade	Competitividade e Independência de financiamento público	Potencial de estímulo ao desenvolvimento da mobilidade elétrica
Modelo Aberto	Baixa demanda por recarga pública ocasiona ociosidade dos EPs, Investimentos não se pagam.	Altos investimentos e riscos, podem limitar cobertura à mercados com maior potencial de retorno econômico.	Altos investimentos e riscos, podem prejudicar qualidade do serviço prestado	Não requer financiamento público e está aberto ao mercado.	Riscos do negócio tendem a limitar expansão, retardando assim a consolidação da rede de recarga pública.
Modelo Híbrido	Distribuidoras poderiam assegurar uma rede de recarga mínima para atendimento às áreas urbanas.	Distribuidoras garantem a gradativa expansão da rede de recarga e segurança de abastecimento.	Condições mais propícias para o negócio de recarga estimulam investimentos privados na expansão da infraestrutura de recarga.	Não requer financiamento público e está aberto ao mercado.	Assegura a presença da rede de recarga no estágio inicial de desenvolvimento e promove um ambiente de livre competição.
Modelo Regulado	Ambiente regulado ampara a implantação da rede de recarga, garantindo uma ampla cobertura aos primeiros usuários.	Distribuidoras garantem a gradativa expansão da rede de recarga e segurança de abastecimento.	Excesso de subsídios cruzados podem onerar os consumidores em demasia e retardar a expansão da rede de recarga.	Limitado, devido à exploração restrita por empresas sujeitas à regulação e com suporte de recursos públicos tanto na implantação como operação.	Embora garanta a infraestrutura necessária para quebrar a barreira do range anxiety, este modelo tende a não promover a competitividade do setor.

Quadro 2: Descrição dos modelos de negócios em diversas fases de mercado
Fonte: (EMOTIVE, 2018)

5.4. Reflexões

É imprescindível a criação de um ambiente propício para a realização de investimentos em infraestrutura de carregamento no país. Além disso, é necessário o desenvolvimento de estudos envolvendo os custos de carregamento para diferentes estações de recarga no contexto do estabelecimento das melhores opções de investimento, além de possibilitar a análise da viabilidade econômica dos projetos no Brasil.

A partir da experiência internacional, podem-se ressaltar alguns fatores que necessariamente precisam ser levados em consideração para a criação dos diversos cenários de estudo: 1) os modelos de estações de recarga; 2) a estrutura tarifária vigente no país; e 3) os diferentes horários de funcionamento do local escolhido para o estudo.

As lições que a experiência internacional pode trazer para o Brasil são diversas. Em primeiro lugar, por se tratar de uma federação com elevada extensão territorial,

observa-se desde já experiência semelhante à dos Estados Unidos, onde alguns estados da federação tomam iniciativas isoladamente. Porém, no Brasil os estados estão promovendo a mobilidade elétrica de forma tímida, com menos da metade deles oferecendo algum tipo de desconto para VE. Ao mesmo tempo, iniciativas municipais vêm surgindo no país, principalmente nas regiões mais desenvolvidas (Sul e Sudeste).

Em segundo lugar, enquanto nos Estados Unidos o governo federal já tem diversas políticas que complementam as iniciativas estaduais em curso, o Programa Rota 2030 brasileiro parece estar ainda em fase de implementação. Este programa vai na direção certa ao colocar como objetivos principais o desenvolvimento tecnológico, a proteção ao meio ambiente, a eficiência energética e a qualidade dos VE. Também acerta ao criar um grupo de trabalho envolvendo os principais stakeholders das iniciativas. Porém, são necessárias mais medidas que viabilizem a adesão de produtores e consumidores aos VE, tais como descontos aos consumidores, políticas de mobilidade em centros urbanos, eletrificação de transportes coletivos e estímulo ao uso de VE pelas plataformas de compartilhamento. É também necessária uma rápida expansão da infraestrutura de recarga, que é limitada dado o tamanho do país e de seus estados (muitos deles maiores do que os países europeus analisados neste relatório).

Em terceiro lugar, por ser a renda per capita do Brasil bastante inferior à dos países analisados e dada a forte concentração populacional nas cidades que o país apresenta, o apoio a VEs compartilhados em centros urbanos pode ser um bom canal de difusão da ME no país.

Em quarto lugar, as medidas de apoio à recarga nos domicílios partem do pressuposto que haverá uma expansão de energias renováveis no país de forma descentralizada com a expansão dos painéis fotovoltaicos. Em outras palavras, a expansão de painéis fotovoltaicos está sendo considerada por gestores públicos de países como os Estados Unidos como uma tecnologia que está coevoluindo com a ME, o que fundamenta a adoção de medidas de estímulo a ME referentes à possibilidade de recarga residencial dos VE. Até o momento não se observa medidas deste tipo no caso brasileiro, até porque não há clareza sobre o padrão de consumo de VE que irá prevalecer no Brasil, se será na forma de veículos particulares ou no modelo de car-sharing. É importante

pensar o padrão de consumo mais viável no caso brasileiro, dadas as suas especificidades, que são: renda per capita menor do que a dos outros países analisados, expressiva concentração populacional nas metrópoles e ampla disponibilidade de energia proveniente de fontes renováveis.

Em quinto lugar, é importante ressaltar a relevância de uma ação coordenada entre governo federal e estados, como ocorre na Alemanha. A experiência internacional mostra que a difusão de VE depende de infraestrutura de carregamento, cuja expansão depende de uma articulação entre as esferas federal, estadual e municipal. É assim fundamental que o arranjo institucional da ME seja definido o quanto antes, de modo a sinalizar para os seus componentes que medidas são necessárias para o país promover a mobilidade elétrica.

6. Considerações Finais

Este documento teve como objetivo realizar uma revisão das principais experiências internacionais de arcabouços regulatórios, incentivos, políticas públicas, modelos de negócios e aspectos técnicos e tecnológicos para o desenvolvimento da mobilidade elétrica no Brasil. Para tanto, foram analisadas as experiências da Europa, dos Estados Unidos e da China, considerando casos de sucesso e dificuldades enfrentadas.

Os países supracitados têm em comum a ampla adoção de medidas para além de regulamentos governamentais e penalidades sobre combustíveis fósseis. Tais medidas focam na mudança comportamental dos usuários de transporte, como por exemplo, subsídios para compra de VEs, estacionamento e faixas exclusivas, e investimentos públicos e privados na infraestrutura de carregamento.

Em matéria de eletrificação modal, os Estados Unidos têm como maior referência o estado da Califórnia, cujo programa *Zero-Emission Vehicle (ZEV)* estimulou o desenvolvimento de veículos com emissão zero ou quase zero, atraindo investimentos e um novo modelo de negócios, além da adoção do programa por outros estados. Observa-se, portanto, que os EUA possuem iniciativas voltadas à mobilidade elétrica a nível federal e regional, que vão desde leis federais como *Energy Policy Act*. às políticas regionais como o próprio ZEV, créditos fiscais para compra de VEs e faixas exclusivas. Por fim, além de sua estrutura regulatória, a promoção de VEs nos EUA conta com um arcabouço institucional e ampla participação do setor produtivo, cuja interação com o governo auxilia no desenho, implementação, expansão e monitoramento de políticas de incentivo aos veículos elétricos.

Já a China iniciou sua efetiva transição para eletromobilidade nos anos 2000, no entanto, se tornou o país com maior estoque de veículos elétricos, representando 47% da frota mundial em 2019. O sucesso chinês se deve principalmente aos incentivos do governo, que entre outras medidas, estabeleceu leis que obrigam montadoras a produzirem VEs por meio de sistema de cotas, com um percentual de VEs para cada modelo a combustão. Ainda, contou com diversas políticas de subsídios estatais e incentivos fiscais, além do aumento da oferta de postos de carregamento, contribuindo para a popularização dos veículos.

O mercado europeu de veículos elétricos, por sua vez, varia entre os Estados-membros. No entanto, a somatória das ações e esforços individuais de cada um, busca superar barreiras e desenvolver o mercado de veículos elétricos como um todo na União Europeia - Quanto mais países adotarem políticas voltadas a promoção de VEs, mais rápida será a transição para uma frota global. Com isso, as principais cidades europeias voltadas aos VEs estão implementando ações de planejamento urbano, infraestrutura, incentivos e frotas próprias. Dentre as ações, estão a adoção de políticas de subsídios para compra de VEs, acesso preferencial, taxas de congestionamento, descontos e programas de financiamento, normas e códigos de construção, e forte incentivo a infraestrutura de recarga. Além disso, cada vez mais possuem metas de emissão zero, conforme padrão europeu de desempenho de emissão de CO₂ de novos automóveis de passageiros e novos veículos comerciais leves.

Nesse sentido, diante da experiência internacional envolvendo os países líderes no mercado de VEs, percebe-se a relação positiva existente entre o número de estações de recarga com o número de VEs. No Brasil, apesar da presença de incentivos fiscais para os VEs, estes não se mostram suficientes para garantir um crescimento expressivo do mercado e a construção da sua infraestrutura de carregamento. Assim, é imprescindível a criação de um ambiente propício para a realização de investimentos em infraestrutura de carregamento no país.

Nesse sentido, a criação de um ambiente favorável para a evolução do mercado de VEs, emergente no Brasil passa necessariamente pelo desenvolvimento de uma infraestrutura pública de recarga rápida que permita a difusão da mobilidade elétrica em rotas de longa distância. Essa infraestrutura deverá ser: i) interoperável, com a presença de múltiplos comercializadores de energia; ii) concorrencial, com a presença de múltiplos operadores de pontos de carregamento; iii) ter escala nacional, visão de longo prazo, com roaming em todo o país; e iv) possuir sistema aberto, com compatibilidade tecnológica e protocolos abertos. Tais características de rede colocam o utilizador do VE no centro das operações, permitindo que todos os usuários e fornecedores tenham acesso à rede de abastecimento.

Diante desse contexto, estudos envolvendo os custos de carregamento para diferentes estações de recarga são fundamentais no estabelecimento das melhores opções de investimento, além de possibilitar a análise da viabilidade econômica dos projetos no Brasil. Além disso, devido aos altos custos de aquisição dos VEs, os custos associados aos combustíveis devem ser mais baixos do que o diesel para viabilizar sua adoção pelas frotas. Dessa forma, a criação de um ambiente favorável para a evolução do mercado de veículos elétricos no Brasil envolve um custo de carregamento atrativo para os usuários finais.

Entretanto, observa-se que a criação de uma rede de carregamento de veículos elétricos vai muito além da simples disponibilização de estações de carregamento, mas envolve também sistemas que permitam a conectividade e integração do usuário, veículo e rede elétrica. É necessário também obter informações técnicas referentes aos diferentes modelos de estações de recarga estudados e realizar comparações entre os equipamentos determinando assim sua viabilidade técnica. Além disso, cabe ressaltar que o desenvolvimento da infraestrutura de carregamento de VEs dialoga diretamente com questões de operação da rede elétrica. Esta, por sua vez, pode enxergar a difusão de VEs como um problema, devido ao grande aumento da dinâmica das cargas, ou como um aliado, caso a rede de carregamento possua a capacidade de gerenciar e otimizar a demanda através de programas de gerenciamento.

Por fim, verifica-se que grande parte dos parâmetros necessários para a realização das simulações de custos do desenvolvimento da infraestrutura de carregamento de VEs no país ainda possui elevado índice de incerteza devido à falta de experiência prévia no cenário nacional. Este fato evidencia a importância de projetos pioneiros de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) no âmbito nacional para a formação da base de conhecimento que será o alicerce para a difusão dos VEs no país, contribuindo, assim, para a criação de uma rede de carregamento que considere todos os seus impactos no setor elétrico nacional.

Referências

ANFAVEA – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. *Anuário da Indústria Automobilística Brasileira 2020*. São Paulo, 2020.

BARAN, R., LEGEY, L. F. L. 2011. Veículos elétricos: história e perspectivas no Brasil. *BNDES Setorial*. v. 33, p. 207-224.

BARDSLEY, D. K. Navigating the roles of the social learning researcher: a critical analysis of a learning approach to guide climate change adaptation. *Australian Geographer* 2015, v. 46, n. 1, p. 33-50.

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>>. Acesso em 07 dez.2020.

BORBA, B. Modelagem integrada da introdução de veículos leves conectáveis à rede elétrica no sistema energético brasileiro. 2012 . Tese (Doutorado do Programa de Planejamento Energético/COPPE) - Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 2012.

CANIS, B. et al. Vehicle Electrification: Federal and State Issues Affecting Deployment. 2019. Disponível em: <<https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R45747>>. Acesso em 16 dez.2020.

CAPGEMINI. Key Factors Defining the E-Mobility of Tomorrow. A focus on the EV charging infrastructure ecosystem and emerging business models. Disponível em: <<https://www.capgemini.com/wp-content/uploads/2019/02/Capgemini-Invent-EV-charging-points.pdf>>. Acesso em 06 dez. 2020.

The California Air Resources Board (CARB). Zero-Emission Vehicle Program - About. 2020. Disponível em: <<https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/zero-emission-vehicle-program/about>>. Acesso em 06 dez. 2020.

CASTRO, N.; GUIMARÃES, R.; MASSENO, L.; MOSCON, L. Os Desafios da Criação de uma Infraestrutura de Carregamento para Veículos Elétricos no Brasil. Texto GESEL, fev., 2020.

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

CLEAN CITIES. About Clean Cities. Disponível em:
<<https://cleancities.energy.gov/about/>>. 2020. Acesso em 16 dez.2020.

CURITIBA. Com foco em redução de emissões de poluentes, Prefeitura isenta carros elétricos de EstaR - Prefeitura de Curitiba, 2019. Disponível em:
<<https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/com-foco-em-reducao-de-emissoes-de-poluentes-prefeitura-isenta-carros-eletricos-de-estar/53660>>. Acesso em: 12 dez 2020.

DIAS, J. Inovação e estratégia no modelo de negócio da Tesla Motors: Um ensaio teórico. In: VIII Colóquio Redes Estratégia e Inovação. 17 e 18.Out.2017. Disponível em: <<http://www.nucleoestudo.ufla.br/gerei/wp-content/uploads/2018/02/INOVA%C3%87%C3%83O-E-ESTRAT%C3%89GIA-NO-MODELO-DE-NEG%C3%93CIO-DA-TESLA-MOTORS-UM-ENSAIO-TE%C3%93RICO-1.pdf>>. Acesso em 20 dez.2020.

DIAS, M. V. X. et al. Impactos da introdução do veículo elétrico na matriz energética brasileira. In: XIII Jornada de Iniciação Científica e VII Mostra de Iniciação Tecnológica. Programa Institucional de Iniciação Científica e Programa Institucional de Iniciação Tecnológica da Universidade Presbiteriana Mackenzie. 2017.

DEPARTMENT OF ENERGY (DOE). U.S. Drive. 2017. Disponível em:
<https://afdc.energy.gov/files/u/publication/electric_vehicles.pdf>. Acesso em 06 dez.2020.

DEPARTMENT OF ENERGY (DOE). U.S. Drive. 2020. Disponível em:
<<https://www.energy.gov/>>. Acesso em 12 dez.2020.

EGBUE O., LONG S., Barriers to widespread adoption of electric vehicles: An analysis of consumer attitudes and perceptions, Energy Policy (48), pp. 717-729, 2012.

EMOTIVE Projeto, 2018. Disponível em:

<<https://www.aneel.gov.br/documents/10184/15266087/Projetos+desenvolvidos+pelas+distribuidoras+-+Rafael+Lazzaretti.pdf/ae7f47b5-9044-9c12-2ad8-f3dc77bec527>>. Acesso em: 12 dez. 2020.

Energy Savings Trust. Electric vehicle loan. 2018. Disponível em:

<<http://www.energysavingtrust.org.uk/>>. Acesso em 20 dez.2020.

[scotland/grants-loans/electric-vehicle-loan](http://www.energysavingtrust.org.uk/scotland/grants-loans/electric-vehicle-loan)

FORBES. GM promoverá veículos elétricos para investidores em desafio à Tesla.

2020. Disponível em:<<https://forbes.com.br/negocios/2020/03/gm-promovera-veiculos-eletricos-para-investidores-em-desafio-a-tesla/>>. Acesso em 20 dez.2020.

FRANCESCATTO, M. B. Viabilidade Técnica e Econômica no Uso de Estações de Recarga de Veículos Elétricos. 2019. Dissertação (Graduação em Engenharia Mecânica) - Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

Gao, Y. (2016). China's response to climate change issues after Paris Climate Change Conference. *Advances in Climate Change Research*, 7(4), 235-240.

GESEL. 2020a. Disponível em: <

http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/00_IFE%20ME%2030.html#emp1>. Acesso em 28 dez.2020.

GESEL. Modelos de negócio para infraestrutura de recarga de veículos elétricos na Europa. 2020b. Disponível em:

<http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/33_Gesel-%20Canal%20Energia%20postos%20de%20recarga%20ME.pdf>. Acesso em 28 dez.2020.

Gong, H., Wang, M.Q. and Wang, H. New energy vehicles in China: policies, demonstration, and progress. 2013. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change Journal*. 18(2), 207-228.

International Council on Clean Transportation (ICCT). Assessment of electric car promotion policies in chinese cities. 2018. Disponível em: <https://theicct.org/sites/default/files/publications/China_city_NEV_assessment_20181018.pdf>. Acesso em 22 dez.2020.

International Council on Clean Transportation (ICCT). Update on electric vehicle adoption across U.S. cities. 2020. Disponível em: <<https://theicct.org/sites/default/files/publications/EV-cities-update-aug2020.pdf>>. Acesso em 06 dez.2020.

International Council on Clean Transportation (ICCT). European Vehicle Market Statistics. 2020b. Disponível em: <https://theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_EU_Pocketbook_2020_Web_Dec2020.pdf>. Acesso em 20 dez.2020.

International Council on Clean Transportation (ICCT). Electric vehicle capitals: Cities aim for all-electric mobility. 2020c. Disponível em: <<https://theicct.org/publications/electric-vehicle-capitals-update-sept2020>>. Acesso em 28 dez.2020.

International Council on Clean Transportation (ICCT). Electric vehicle charging guide for cities. 2020d. Disponível em: <https://theicct.org/sites/default/files/publications/EV_charging_guide_03162020.pdf>. Acesso em 28 dez.2020.

IEA - International Energy Agency, 2021. GLOBAL EV Outlook 2021. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021>>. Acesso em 20 de Maio de 2021.

IHS MARKIT. The battery electric vehicle: Why mass adoption is inevitable, yet elusive. 2020. Disponível em: <<https://cdn.ihsmarket.com/www/prot/pdf/0220/320097422-0220-MFT-AUT-CW-Autowhitepaper-BEV-Final-LowRes.pdf>>. Acesso em 07 dez.2020.

INL. The EV Project /Fee Models for Publicly Accessible Charging. 2015.

JENN, ALAN; AZEVEDO, INES; FERREIRA, PEDRO. The Impact of Federal Incentives on the Adoption of Hybrid Electric Vehicles in the United States. 2013. *Energy Economics* 40, 936 - 942

KEMPTON W., TOMIC J., Vehicle-to-grid power implementation: From stabilizing the grid to supporting large-scale renewable energy, *Journal of Power Sources* (144), pp. 280–294, 2005.

KLEY F., LERCH C., DALLINGER D., New business models for electric cars – A holistic approach, *Energy Policy* (39), pp. 3392-3403, 2011.

LEVE. Viabilidade da criação de um cluster de mobilidade elétrica no Brasil: caracterização da cadeia de valor e das políticas regulatórias e de incentivo. Relatório de Pesquisa, Projeto CPFL/ ANEEL e DPCT/ Unicamp. 2017.

Li, Y.; Davis, C.; Lukszo, Z.; Weijnen, M. Electric vehicle charging in China's power system: Energy, economic and environmental trade-offs and policy implications. *Appl. Energy* 2016, 173, 535–554.

Li, W.; Yang, M.; Sandu, S. Electric vehicles in China: A review of current policies. *Energy Environ.* 2018, 29, 1512–1524.

Kimble, C. and Wang, H. (2013). China's new energy vehicles: Value and innovation. *Journal of Business Strategy*, 34(2), 13-20.

Lieven, T., Policy measures to promote electric mobility – a global perspective. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2015, 82, 78–93.

MCCONNELL, V. The new CAFE standards: are they enough on their own? . 2013. Disponível em: <<https://www.rff.org/publications/working-papers/the-new-cafe-standards-are-they-enough-on-their-own/>>. Acesso em 20 dez.2020.

MCKINSEY, 2014. Disponível em: <<https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Locations/Europe%20and%20Middle%20East/Netherlands/Our%20Insights/Electric%20vehicles%20in%20Europe%20Gearing%20up%20for%20a%20new%20phase/Electric%20vehicles%20in%20Europe%20Gearing%20up%20for%20a%20new%20phase.ashx>>. Acesso em 28 dez.2020.

MDIC. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Estudo de Governança e Políticas Públicas para Veículos Elétricos. 2018. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/>>. Acesso em 20 nov. 2020.

MME. Ministério de minas e energia. Balanço Energético Nacional Ano Base 2019. 2020. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/>>. Acesso em 20 nov. 2020.

NILSSON, M.; HILLMAN, K.; MAGNUSSON, T. How do we govern sustainable innovations? Mapping patterns of governance for biofuels and hybrid-electric vehicle technologies. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, v. 3, p. 50-66, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.eist.2012.04.002>>. Acesso em 06 dez. 2020.

National Research Council (NRC). Overcoming barriers to deployment of plug-in electric vehicles. National Academies Press. 2015. Disponível em: <www.nap.edu/catalog.php?record_id=21725>. Acesso em 28 dez.2020.

PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E CIDADES. Relatório especial do painel brasileiro de mudanças climáticas. RIBEIRO, S. K.; SANTOS, A. S. (ed.). Rio de Janeiro: PBMC, COPPE – UFRJ. 2016. Disponível em: <http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/Relatorio_UM_v10-2017-1.pdf>. Acesso em: 15 nov.2020.

PEREZ Y., PETIT M., WILLET K., A public policy strategies for electric vehicles and for vehicle to grid power, EVS27 – International Battery Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium, Barcelona, Spain, 17-20 de Novembro de 2013.

PROMOB-E. Sistematização de Iniciativas de Mobilidade Elétrica no Brasil. 2018.

PROMOB-E. Avaliação Internacional de Políticas Públicas para Eletromobilidade em Frotas Urbanas. 2018b

SENADO. Projeto de Lei do Senado nº 780, de 2015. Disponível em: <<https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/124442>>. Acesso em: 12 dez 2020.

SIMON, C. Emanuel. Avaliação de impactos de veículos elétricos em sistemas de distribuição. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Planejamento Energético - COPPE - UFRJ.

TOSIN, Felipe; KURODA Willian Toshio. A introdução do veículo elétrico na matriz elétrica brasileira: situação atual e projeções. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

T. Yang, R. Long, W. Li, and S. Rehman, "Innovative application of the public-private partnership model to the electric vehicle charging infrastructure in China" *Sustainability*, vol. 8, no. 8, pp. 738-757, 2016.

UNFCCC (United Nations Framework Convention of Climate Change). Paris Declaration on Electro-Mobility and Climate Change & Call to Action. 2015. Disponível em: <<https://unfccc.int/media/521376/paris-electro-mobility-declaration.pdf>>. Acesso em 01 dez.2020.

VAZ, Luiz Felipe Hupsel.; BARROS, Daniel Chiari., CASTRO, Bernardo Hauch Ribeiro de. Veículos híbridos e elétricos: sugestões de políticas públicas para o segmento. 2014. 50 f. Artigo, Bnds Setorial, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <[https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/4284/1/BS_41_Veículos híbridos e elétricos_P.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/4284/1/BS_41_Ve%C3%ADculos_h%C3%ADbridos_e_el%C3%A9tricos_P.pdf)>. Acesso em 20 dez 2020.

Wang, H. and Kimble, C. (2011). Leapfrogging to electric vehicles: patterns and scenarios for China's automobile industry. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 11(4), 312-325.

Yang, C. (2010). Launching Strategy for Electric Vehicles: Lessons from China and Taiwan. *Technological Forecasting & Social Change*, 77(5), 831-834.

Zhang, X., Wang, K., Hao, Y., Fan, J. L., & Wei, Y. M. (2013). The impact of government policy on preference for NEVs: The evidence from China. *Energy Policy*, 61, 382-393.

Toda a produção acadêmica e científica do GESEL está disponível no site do Grupo, que também mantém uma intensa relação com o setor através das redes sociais Facebook e Twitter.

Destaca-se ainda a publicação diária do IFE - Informativo Eletrônico do Setor Elétrico, editado desde 1998 e distribuído para mais de 10.000 usuários, onde são apresentados resumos das principais informações, estudos e dados sobre o setor elétrico do Brasil e exterior, podendo ser feita inscrição gratuita em <http://cadastro-ife.gesel.ie.ufrj.br>

GESEL – Destacado think tank do setor elétrico brasileiro, fundado em 1997, desenvolve estudos buscando contribuir com o aperfeiçoamento do modelo de estruturação e funcionamento do Setor Elétrico Brasileiro (SEB). Além das pesquisas, artigos acadêmicos, relatórios técnicos e livros – em grande parte associados a projetos realizados no âmbito do Programa de P&D da Aneel – ministra cursos de qualificação para as instituições e agentes do setor e realiza eventos – work shops, seminários, visitas e reuniões técnicas – no Brasil e no exterior. Ao nível acadêmico é responsável pela área de energia elétrica do Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento do Instituto de Economia (PPED) do Instituto de Economia da UFRJ

ISBN: 978-65-86614-27-5

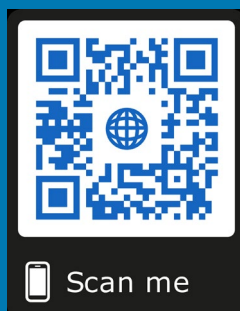
SITE: gesel.ie.ufrj.br

FACEBOOK: [facebook.com/geselufrj](https://www.facebook.com/geselufrj)

TWITTER: twitter.com/geselufrj

E-MAIL: gesel@gesel.ie.ufrj.br

TELEFONE: (21) 3938-5249
(21) 3577-3953



Versão Digital

ENDEREÇO:

UFRJ - Instituto de Economia.
Campus da Praia Vermelha.

Av. Pasteur 250, sala 226 - Urca.
Rio de Janeiro, RJ - Brasil.
CEP: 22290-240