

Cidades Inclusivas, Sustentáveis e Inteligentes (CISI)

Políticas industriais para a cadeia produtiva de ônibus elétricos

Aprendizados e experiências baseadas no benchmarking internacional dos Estados Unidos, China, México e Holanda

Robson Ferreira da Cruz



NAÇÕES UNIDAS

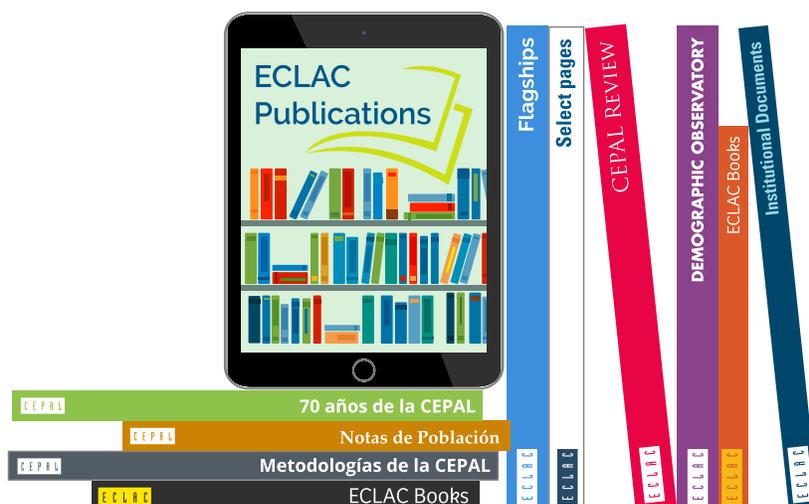
CEPAL



cooperação
alemã

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Thank you for your interest in this ECLAC publication



Please register if you would like to receive information on our editorial products and activities. When you register, you may specify your particular areas of interest and you will gain access to our products in other formats.

[Register](#)



www.cepal.org/en/publications



www.instagram.com/publicacionesdelacepal



www.facebook.com/publicacionesdelacepal



www.issuu.com/publicacionescepal/stacks



www.cepal.org/es/publicaciones/apps

Políticas industriais para a cadeia produtiva de ônibus elétricos: aprendizados e experiências baseadas no benchmarking internacional dos Estados Unidos, China, México e Holanda

Robson Ferreira da Cruz



NAÇÕES UNIDAS

C E P A L



cooperação
alemã

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Este documento foi elaborado por Robson Ferreira da Cruz, Consultor da Divisão de Desenvolvimento Produtivo e Empresarial da CEPAL (DDPE), no âmbito do projeto "Cidades Inclusivas, Sustentáveis e Inteligentes no âmbito da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável na América Latina e no Caribe", cluster 3 Política Industrial, executado pela CEPAL em conjunto com a Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) e financiado pelo Ministério Federal de Cooperação Econômica e Desenvolvimento (BMZ) da Alemanha. O projeto faz parte do programa de cooperação CEPAL/BMZ-GIZ.

A coordenação técnica esteve a cargo de Álvaro Calderón, Chefe da Unidade de Inovação e Novas Tecnologias, com apoio de Nicolo Gligo e Andrea Laplane, Oficiais de Assuntos Econômicos, da DDPE.

O autor agradece a colaboração e contribuições de Lourenço Galvão Diniz Faria, Edgar Barassa e Anna Carolina Lourenço Navarro.

As opiniões expressadas neste documento, que não foi submetido a revisão editorial, são de exclusiva responsabilidade do autor e podem não coincidir com as da Organização ou as dos países que representa.

Publicação das Nações Unidas
LC/TS.2023/3
Distribuição: L
Copyright © Nações Unidas, 2023
Todos os direitos reservados
Impresso nas Nações Unidas, Santiago
S.22-01080

Esta publicação deve ser citada como: R. F. Cruz, "Políticas industriais para a cadeia produtiva de ônibus elétricos: aprendizados e experiências baseadas no benchmarking internacional dos Estados Unidos, China, México e Holanda", *Documentos de Projetos* (LC/TS.2023/3), Santiago, Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), 2023.

A autorização para reproduzir total ou parcialmente esta obra deve ser solicitada à Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), Divisão de Documentos e Publicações: publicaciones.cepal@un.org. Os Estados Membros das Nações Unidas e suas instituições governamentais podem reproduzir esta obra sem autorização prévia. Solicita-se apenas que mencionem a fonte e informem à CEPAL tal reprodução.

Índice

Introdução	5
I. Políticas industriais e arcabouço institucional para e-bus nos Estados Unidos	7
A. Introdução.....	7
B. Políticas industriais e arcabouço institucional.....	10
1. Contexto e panorama geral das políticas pró e-bus naquele país	10
2. Suporte à P&D,I.....	12
3. Incentivos à produção de acumuladores de energia.....	13
4. Incentivos à produção e montagem de ônibus elétricos.....	15
5. Incentivos para a produção local (nível regional) de componentes.....	16
6. Incentivos produtivos utilizando baterias produzidas naquele país	17
C. Resultados	18
D. Fatores de sucesso	18
II. Políticas industriais e arcabouço institucional para e-bus na China	21
A. Introdução.....	21
B. Políticas industriais e arcabouço institucional.....	24
1. Contexto e panorama geral das políticas pró e-bus naquele país	24
2. Suporte à P&D,I.....	27
3. Incentivos à produção de acumuladores de energia.....	29
4. Incentivos à produção e montagem de ônibus elétricos.....	30
5. Incentivos para a produção local (nível regional) de componentes.....	30
6. Incentivos produtivos utilizando baterias produzidas na China	31
C. Resultados	31
D. Fatores de sucesso	33
III. Políticas industriais e arcabouço institucional para e-bus na Holanda	37
A. Introdução.....	37

B.	Políticas industriais e arcabouço institucional.....	38
1.	Contexto e panorama geral das políticas pró e-bus naquele país	38
2.	Suporte à P&D,I.....	39
3.	Incentivos à produção de acumuladores de energia.....	39
4.	Incentivos à produção e montagem de ônibus elétricos.....	40
5.	Incentivos para a produção local (nível regional) de componentes.....	40
6.	Incentivos produtivos utilizando baterias produzidas na China	41
C.	Resultados	41
D.	Fatores de sucesso	41
IV.	Políticas industriais e arcabouço institucional para e-bus no México.....	43
A.	Introdução.....	43
B.	Políticas industriais e arcabouço institucional.....	44
1.	Contexto e panorama geral das políticas pró e-bus naquele país	44
2.	Suporte à P&D,I.....	44
3.	Incentivos à produção de acumuladores de energia.....	44
4.	Incentivos à produção e montagem de ônibus elétricos.....	45
5.	Incentivos para a produção local (nível regional) de componentes.....	45
6.	Incentivos produtivos utilizando baterias produzidas naquele país	45
C.	Resultados	45
D.	Fatores de sucesso	46
V.	Considerações finais e análise integrada das semelhanças e padrões de sucesso identificados nos países observados	47
	Referências.....	53
Quadros		
Quadro 1	Fabricantes de ônibus elétricos com operações nos Estados Unidos.....	9
Quadro 2	Resumo das políticas de incentivo à cadeia produtiva de e-bus nos EUA	19
Quadro 3	Vendas de NEBs na China – janeiro e fevereiro de 2022	23
Quadro 4	Resumo das políticas de incentivo à cadeia produtiva de e-bus na China	34
Quadro 5	Resumo das políticas de incentivo à cadeia produtiva de e-bus na Holanda.....	42
Quadro 6	Resumo das políticas de incentivo à cadeia produtiva de e-bus no México.....	46
Quadro 7	Síntese das Políticas Industriais para os Ônibus elétricos e suas Tecnologias em países selecionados	50
Gráficos		
Gráfico 1	Frota de ônibus elétricos nos EUA por estado (2021)	8
Gráfico 2	Evolução da frota de ônibus elétricos na China	22
Gráfico 3	Distribuição da frota de NEBs chinesa por tecnologia de propulsão.....	22
Gráfico 4	Porcentagem de NEBs em regiões selecionadas da China	23
Gráfico 5	Participação da China na cadeia produtiva global de baterias de íons de lítio – por etapa da cadeia (2019).....	24
Gráfico 6	Eletrificação do transporte público em Shenzhen.....	31
Gráfico 7	Vendas de ônibus elétricos na China	33
Diagrama		
Diagrama 1	Encadeamento e articulação dos capítulos e progressão do Projeto	6

Introdução

Este documento refere-se à entrega final (Produto 2) da Frente de Projeto *Benchmarking internacional de políticas industriais para a cadeia de ônibus elétricos e suas tecnologias relacionadas: as experiências de Estados Unidos, China, México e Holanda e considerações para o caso brasileiro*.

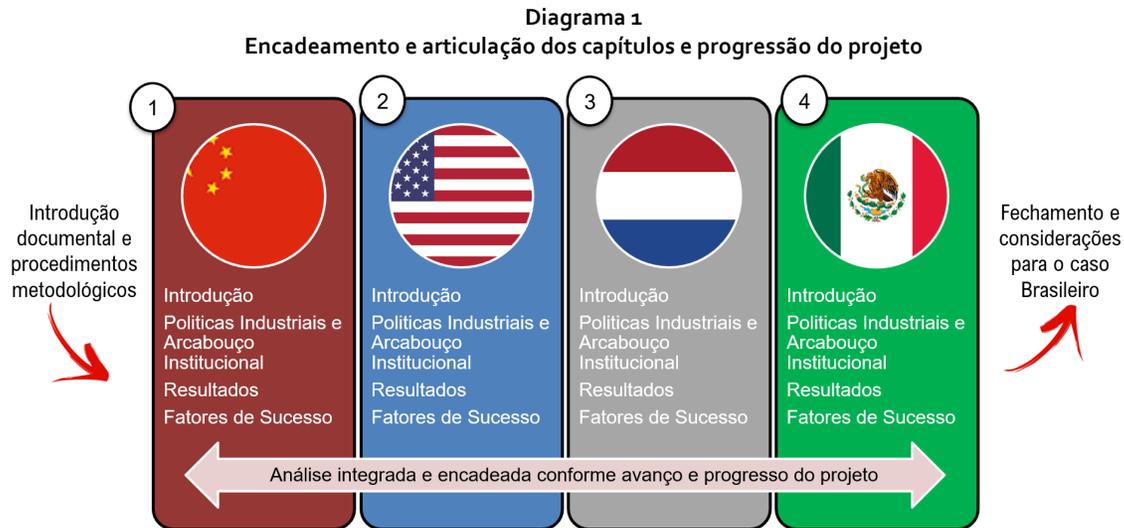
A partir da leitura e interpretação do TdR associado, entende-se que o projeto visa trabalhar e responder as seguintes questões, com vistas a trazer dados, informações e apontamentos relacionados a:

- Quais são as motivações para construir e estruturar uma cadeia produtiva para ônibus elétricos?
- Quais são as políticas industriais que vêm sendo empreendidas em países líderes nesta trajetória de manufatura e produção de ônibus eletrificados?
- Como essas políticas foram desenhadas?
- Qual é a racionalidade destas políticas industriais? Quais elos da cadeia querem ser desenvolvidos e que tipos de competências querem ser criadas?
- Como a diversidade institucional, de contexto e território impacta as políticas públicas?
- Por que alguns países avançam mais do que outros na indústria de ônibus elétricos em seus territórios?
- Que tipos de aprendizados, referências e boas práticas podemos trazer a luz do caso brasileiro e seu contexto institucional/econômico em curso?

Face as questões colocadas, o objetivo geral deste projeto é:

Mapear, caracterizar e analisar as políticas industriais para a cadeia produtiva de ônibus urbano elétricos caracterizando as motivações, instrumentos, estratégias e metas, racionalidade (alvo), arcabouço institucional e resultados perceptíveis

A diagrama 1 na sequência apresenta um esquema geral do encadeamento dos capítulos desenvolvidos para esse projeto com vistas a alcançar o objetivo ora colocado. Ainda, os capítulos visam demonstrar a articulação entre eles e o avanço da consultoria, sendo seguida por uma caracterização dos procedimentos metodológicos empreendidos.



Fonte: Elaboração própria.

Como procedimentos metodológicos e tendo em vista os objetivos apresentados, este projeto se apoiou sumariamente em fontes secundárias, sobretudo de relatórios internacionais e portais governamentais dos países selecionados. Todas as fontes são apontadas e referenciadas ao longo da construção textual. O foco da pesquisa bibliográfica foi especificamente na identificação dos instrumentos que favorecem a criação da capacidade produtiva local pela via de criação de condições favoráveis e de uma visão de futuro em relação ao segmento de e-bus para os quatro países abordados.

Apresentando o produto em si, este relatório encontra-se organizado em torno de quatro capítulos que se unem em torno do objetivo central desta pesquisa. Ao final, apresenta-se a conclusão da pesquisa e as referências.

I. Políticas industriais e arcabouço institucional para e-bus nos Estados Unidos

A. Introdução

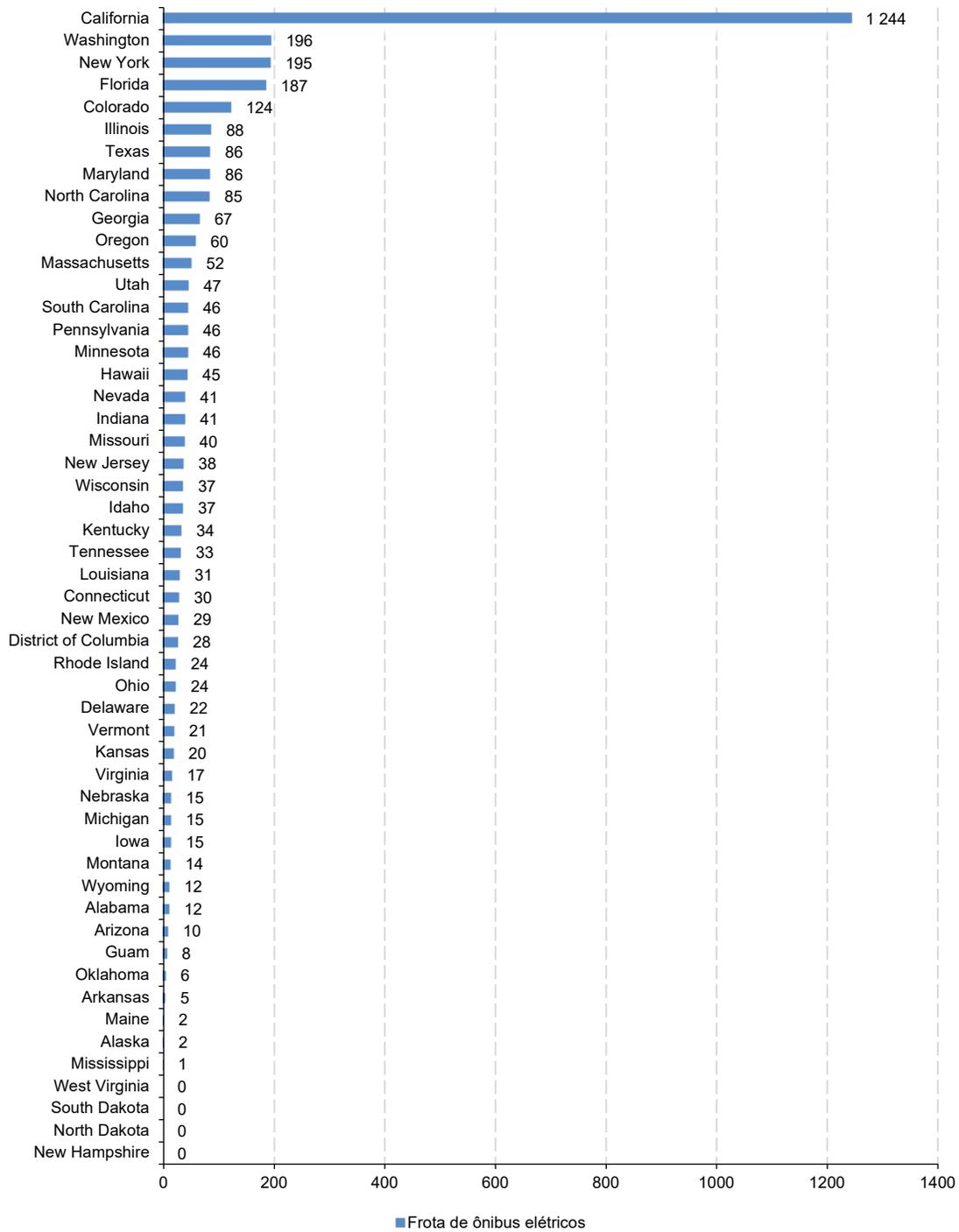
O mercado americano de ônibus elétricos tem se expandido consideravelmente nos últimos anos devido aos diversos incentivos e regulações implementadas no país no intuito de eletrificar o transporte público. Segundo o estudo *Zeroing on ZEBs 2021 edition* (HAMILTON et al., 2021), que apresenta o panorama mais recente dos ônibus de baixa emissão nos EUA (até setembro de 2021), o número de ônibus elétricos em operação no país é de 3.364, um aumento de 24% em relação a 2020. A Califórnia é o estado com a maior frota de ônibus elétricos (1244 ou 36% da frota de *e-bus* americana) seguido por Washington (196, 5%) Nova Iorque (195, 5%), Florida (187, 5%) e Colorado (124, 3%), embora outros estados estejam aumentando sua frota significativamente nos últimos anos (gráfico 1).

Ainda segundo o estudo, mais de 70% das frotas nos Estados Unidos têm dez ou menos ônibus de emissão zero padron, e apenas 10 frotas (3% das frotas totais de ônibus elétricos no país) têm mais de 50 veículos de emissão zero em operação. Isso evidencia que a maioria das frotas ainda opera um pequeno número de veículos, geralmente em caráter experimental ou incipiente. Ao mesmo tempo, isso indica que existe um enorme potencial de crescimento nas vendas de e-bus para os próximos anos, especialmente dado que um número crescente de estados e municipalidades vem exigindo a transição total de suas frotas de ônibus para veículos de emissão zero nas próximas décadas.

Segundo o estudo *Global Electric Bus Markets Report 2022-2027*¹, a América do Norte, que inclui EUA e Canadá, deverá ser o mercado de crescimento mais rápido durante o período de previsão do estudo (2022-2027). Isso se deve à crescente demanda por soluções de transporte de baixa emissão, aliada à perspectiva de expansão das atividades produtivas na região e o apoio do governo, especialmente em relação à cadeia de fabricação de baterias.

¹ Ver, a esse respeito, <https://www.prnewswire.com/news-releases/global-electric-bus-markets-report-2022-2027-with-case-studies-of-adoption-of-electric-buses-as-public-transport-in-finland--shenzhen-china-301507994.html>.

Gráfico 1
Frota de ônibus elétricos nos EUA por estado (2021)
 (Em unidades)



Fonte: (HAMILTON et al., 2021).

Conforme um levantamento realizado pelo presente projeto, utilizando fontes secundárias², os Estados Unidos contam atualmente com cerca de 18 fabricantes de ônibus elétricos, incluindo *e-bus* pequenos, médios e *full-size*, além de ônibus escolares e microônibus, embora esse número possa ser maior devido ao alto número de startups e pequenas empresas nesse mercado em expansão. Trata-se de um mercado em que empresas tradicionais do setor de fabricação de ônibus a Diesel e gás natural vem competindo com novas empresas estabelecidas recentemente, muitas das quais fabricam exclusivamente ônibus elétricos.

Quadro 1
Fabricantes de ônibus elétricos com operações nos Estados Unidos

Fabricante	Fundação	Matriz	Produz exclusivamente veículos elétricos
Proterra	2004	Estados Unidos	Sim
Thomas Built (Daimler)	1916	Estados Unidos/Alemanha	Não
NFI Group ^a	2005	Canadá	Não
Blue Bird	1927	Estados Unidos	Não
Gillig	1890	Estados Unidos	Não
Trans Tech Bus	2007	Estados Unidos	Não
Advanced vehicle Manufacturing	2014	Estados Unidos	Sim
Phoenix cars	2003	Estados Unidos	Sim
Ic bus (navistar)	2002	Estados Unidos	Não
Wanxiang	2000	China	Sim
Byd	1995	China	Não
LION electric ^b	2008	Canadá	Não
Greenpower	2010	Estados Unidos	Sim
El dorado	1960	Estados Unidos	Não
Motiv	2009	Estados Unidos	Sim
Novabus (volvo)	1993	Canadá/Suécia	Não
Lightning emotors	2009	Estados Unidos	Sim
Vicinity motor corporation	2008	Canadá	Não

Fonte: Elaboração própria.

^a Fazem parte do grupo NFI as seguintes fabricantes de ônibus elétricos presentes nos EUA: New Flyer, Motor Coach Industries, Alexander Denis, Arboc Specialty Vehicles.

^b Fábricas planejadas ou em construção.

Apesar do número significativo de fabricantes, existem lacunas importantes na cadeia produtiva dos ônibus elétricos no país, notadamente na fabricação de baterias, principal componente desses veículos.

Atualmente, os Estados Unidos têm capacidade limitada de extração e praticamente nenhuma capacidade de processamento doméstico dos principais minerais utilizados na fabricação das baterias, de modo que as matérias-primas são enviadas principalmente para o exterior para processamento (THE WHITE HOUSE, 2021). Os Estados Unidos têm menos de 10% de participação no mercado global dos principais componentes de baterias e na fabricação das células, enquanto a China detém mais de 75% da capacidade global de produção desses elementos graças ao investimento estatal em processamento de matéria-prima, fabricação de componentes e células.

² Consultar <https://www.sustainable-bus.com/category/electric-bus/>; https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_electric_bus_makers_and_models.

Apesar da enorme oportunidade de mercado e das tendências favoráveis em nível local e global, os Estados Unidos estão atrás dos concorrentes globais tanto na montagem de veículos elétricos quanto na produção de componentes para veículos elétricos, e isso inclui também os ônibus e outros veículos pesados.

O fato da China e da União Europeia estarem em um estágio mais avançado pode ser atribuído a políticas governamentais proativas e coordenadas, e investimentos focados na construção de sua cadeia de suprimentos³. O próprio governo reconhece essa falha e tem direcionado seus esforços para reverter esse panorama através de políticas públicas e industriais de incentivo ao setor. Nos próximos capítulos, as principais políticas e instrumentos de apoio serão apresentadas, de forma a construir uma visão geral da estratégia americana de estímulo à produção de e-bus.

B. Políticas industriais e arcabouço institucional

1. Contexto e panorama geral das políticas pró e-bus naquele país

De acordo com os dados do *Alternative Fuels Data Center*, centro de dados do Departamento de Energia (DOE) americano, existem hoje 329 instrumentos de incentivo⁴ (subsídios, programas de financiamento, incentivos fiscais) nos níveis federal e estadual relacionados à promoção de veículos elétricos. Entretanto, a esmagadora maioria desses incentivos pode ser caracterizada como políticas pelo lado da demanda, ou seja, são incentivos voltados para a aquisição dos veículos elétricos, redução dos custos operacionais e construção da infraestrutura de recarga. Apenas 22 dos instrumentos listados se relacionam diretamente com a cadeia de produção, ou seja, com os fabricantes de veículos elétricos e componentes e, em geral, se relacionam à subsídios para pesquisa em baterias avançadas.

Dessa forma, tanto no âmbito federal quanto dos estados americanos, o principal eixo de atuação, até o momento, é o dos incentivos para a aquisição e operação dos veículos e infraestrutura de recarga. Nos EUA, os principais compradores dos ônibus elétricos são as agências de trânsito em nível local (*Metropolitan Planning Organizations* e *Regional Transportation Planning Organizations*), que são as instituições governamentais responsáveis por coordenar os esforços regionais e governamentais no planejamento, melhorias e políticas de transporte (LIU, 2019). Os recursos subsidiados para a compra dos ônibus elétricos vêm de programas de diversos departamentos de estado americanos, como o *Department of Transportation* (DOT), especialmente através da secretaria *Federal Transit Administration* (FTA), bem como através da *Environmental Protection Agency* (EPA), e agências estaduais como o *California Air Resources Board* (CARB).

Fazem parte do arcabouço institucional de incentivos pelo lado da demanda instrumentos como o *Bus & Bus Facilities Investment program*⁵ e o *Low- or No-Emission Bus program*⁶, ambos programas ambiciosos do governo federal que destinam recursos para a compra subsidiada de ônibus de baixa emissão ou emissão zero, bem como para a construção de infraestrutura de apoio a esses veículos. Esses recursos são destinados aos governos estaduais e municipais do país. Entre 2013 e 2021, por exemplo, o FTA distribuiu mais de US\$ 664 milhões para a compra de ônibus de emissão zero através do *Low- or No-Emission Bus program* (HAMILTON et al., 2021).

Outra importante fonte de recursos para a compra de ônibus de baixa emissão ou emissão zero é o *Volkswagen Settlement Trust*, que surgiu como parte de um acordo do Tribunal Federal dos EUA com a Volkswagen AG em 2016, no qual ficou definido que a empresa teria que pagar uma compensação de US\$ 2,9 bilhões pelos danos apontados no escândalo do *dieselgate* (BLACKWELDER et al., 2016). O acordo prevê que esses recursos seriam divididos entre os estados americanos e o governo federal em programas que incluem a compra de ônibus elétricos pelos estados e municípios.

³ Consultar em <https://www.energy.gov/policy/articles/americas-strategy-secure-supply-chain-robust-clean-energy-transition>.

⁴ Busca realizada em março de 2022 no site da Alternative Fuels Data Center: <https://afdc.energy.gov/laws/search>.

⁵ <https://www.transit.dot.gov/bus-program>.

⁶ <https://www.transit.dot.gov/lowno>.

Além dos subsídios, muitas leis estaduais vêm estabelecendo prazos para que as municipalidades e agências públicas troquem seus veículos por equivalentes de emissão zero. Na Califórnia, o CARB (*California Air Resources Board*) aprovou em 2018 um mandato estadual para que as agências de trânsito façam a transição para frotas elétricas até 2040. Além disso, as agências serão proibidas de comprar ônibus movidos a diesel ou a gás após 2029⁷. Muitos estados implementaram mandatos semelhantes.

Em julho de 2020, foi assinado um memorando de entendimento (*Multi-State Medium- and Heavy-Duty Zero Emission Vehicle Memorandum of Understanding*) por Washington DC e outros 15 estados (Califórnia, Colorado, Connecticut, Havaí, Maine, Maryland, Massachusetts, Nova Jersey, Nova York, Carolina do Norte, Oregon, Pensilvânia, Rhode Island, Vermont e Washington) para a elaboração conjunta de fontes de financiamento e incentivos para o setor de transporte (veículos médios e pesados) realizarem a sua transição para frotas de emissão zero⁸. Entretanto, o memorando não trata especificamente de nenhuma medida direta para a indústria de fabricação desses veículos, também se concentrando na elaboração de medidas para incentivar a compra dos veículos e a construção de infraestrutura de suporte.

A pandemia de COVID-19, juntamente com uma série de outros fatores, provocaram efeitos disruptivos sobre diversas cadeias produtivas estratégicas nos EUA e no mundo, ao reduzir a oferta de componentes como chips e semicondutores. Esse fenômeno colocou em evidência a grande dependência dos EUA de componentes estratégicos, especialmente aqueles produzidos na China. Tendo em vista esse cenário, o presidente americano assinou, em fevereiro de 2021, a ordem executiva 14.017, também conhecida como *America's Supply Chains*⁹ (Cadeias de Suprimento Americanas, em tradução livre), que instruiu o governo dos EUA a realizar uma revisão abrangente das cadeias de suprimentos críticas do país para identificar riscos e oportunidades, abordar vulnerabilidades e desenvolver uma estratégia para promover a resiliência e desenvolver essas cadeias produtivas no país.

Dessa forma, o governo americano vem debatendo políticas para preencher as lacunas nas cadeias produtivas relacionadas às baterias, aumentando sua resiliência e garantindo um suprimento estável desses componentes e suas matérias primas, dado seu papel fundamental para a fabricação de veículos elétricos em geral, inclusive *e-bus*.

Em resposta a esse intenso debate estimulado pela ordem executiva 14.017, no segundo semestre de 2021 o governo americano aprovou o *Infrastructure Investment and Jobs Act*¹⁰, também conhecido como *Bipartisan Infrastructure Law* (BIL), um amplo pacote de infraestrutura de **US\$ 1,2 trilhões** que inclui recursos para infraestrutura rodoviária, programas ferroviários, acesso à internet banda larga, água potável, renovação da rede de transmissão elétrica e geração de energia limpa, infraestrutura de recarga para veículos elétricos, investimentos na fabricação de baterias e substituição de ônibus escolares por equivalentes elétricos.

Mais especificamente, o programa pretende destinar US\$ 7 bilhões nos próximos cinco anos para expandir o número de projetos de pesquisa e desenvolvimento de baterias avançadas, reforçar a produção doméstica de baterias e fortalecer a cadeia produtiva americana, desde o fornecimento de metais e matérias-primas chave destinadas à fabricação das baterias até programas de reciclagem delas.

O pacote pretende destinar ainda US\$ 5 bilhões para a substituição de ônibus escolares existentes por veículos de emissão zero, como os ônibus elétricos, embora não exista nenhuma menção a incentivos para a cadeia produtiva desses veículos. Os incentivos divulgados são destinados especificamente à compra de ônibus escolares de baixa emissão ou emissão zero, através do *Clean School Bus Program*, da *Environmental Protection Agency* (EPA).

⁷ <https://ww2.arb.ca.gov/news/california-transitioning-all-electric-public-bus-fleet-2040>.

⁸ Ver, nesse sentido, <https://www.nescaum.org/documents/mhd-zev-action-plan-public-draft-03-10-2022.pdf>.

⁹ Observar em <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2021/02/24/executive-order-on-americas-supply-chains/>.

¹⁰ Disponível em <https://www.congress.gov/bills/117/117th-congress/house-bill/3684/text>.

Um outro aspecto relevante proposto pela BIL é a criação de um Grupo de Trabalho específico liderado pelas Secretarias de Transporte e Energia para discutir e elaborar recomendações sobre o desenvolvimento, adoção e integração de veículos elétricos (VEs) leves, médios e pesados no sistema de transporte e energia dos Estados Unidos. O Grupo de Trabalho será composto por 25 membros de agências federais, indústria automotiva, indústria de energia, governos estaduais e locais, organizações trabalhistas e indústria de desenvolvimento imobiliário. A partir de 2022, o Grupo de Trabalho produzirá três relatórios descrevendo o status da adoção de VEs, incluindo barreiras e oportunidades para aumentar a sua adoção, lacunas nas cadeias produtivas de equipamentos e componentes para os VEs, custos de fabricação e bateria, custos de aquisição e questões regulatórias.

Além das políticas pelo lado da demanda, é possível encontrar também uma série de instrumentos relacionados mais diretamente à cadeia produtiva de ônibus elétricos e baterias. Os instrumentos relacionados à promoção da pesquisa e desenvolvimento de baterias avançadas e técnicas de reciclagem de baterias, por exemplo, tem ganhado relevância e sendo alvo de políticas estratégicas da parte do governo, especialmente nos últimos dois anos com o novo cenário global pós-covid. As próximas seções se dedicam a descrever e analisar os principais programas de incentivo governamentais nesses outros eixos de atuação.

2. Suporte à P&D,I

Até o momento, as iniciativas de suporte à P&D e Inovação relacionadas à cadeia de ônibus elétricos nos Estados Unidos são voltadas majoritariamente para o desenvolvimento de baterias avançadas que atendem a objetivos mais amplos da sociedade, ou seja, incluem não apenas o desenvolvimento dos *e-bus*, mas também os veículos elétricos em geral, além de aplicações residenciais, objetivos de eletrificação da indústria e de tecnologias de defesa entre outros.

Essas iniciativas estão, em grande parte, subordinadas ao *Department of Energy* (Departamento de Energia – DOE) americano, mais especificamente ao *Vehicle Technologies Office* (VTO, Agência de Tecnologias Veiculares, em tradução livre), que por sua vez é uma agência subordinada ao *Office of Energy Efficiency and Renewable Energy* (EERE), agência do DOE responsável pelas iniciativas em eficiência energética e energia renovável. O DOE é o órgão do governo responsável por coordenar a pesquisa em uma série de laboratórios nacionais de destaque nos esforços de eletrificação do transporte, como o *Argonne National Laboratory*, *Brookhaven National Laboratory*, *Idaho National Laboratory*, *Pacific Northwest National Laboratory*, *National Renewable Energy Laboratory*, e *SLAC National Accelerator Laboratory*.

Dentro do DOE, o VTO é o órgão responsável por financiar alguns dos principais programas e iniciativas de pesquisa relacionados à cadeia produtiva dos ônibus elétricos - especialmente pesquisas em estágio inicial e/ou de alto risco financeiro, em colaboração com os laboratórios nacionais e com empresas privadas. Dessa forma, através das parcerias estratégicas com os laboratórios e com a indústria, o órgão tem o importante papel de financiar a P&D em tópicos para os quais a iniciativa privada não tem capacidade técnica e/ou financeira para conduzir por conta própria —geralmente porque existe um alto grau de incerteza científica, técnica ou mercadológica envolvida que reduz a sua atratividade pela indústria.

Dentre os programas financiados pelo VTO, merece destaque o consórcio *Battery500*, que é um dos maiores e mais avançados programas de pesquisa em baterias do mundo¹¹, com foco no desenvolvimento de baterias avançadas para veículos elétricos que superem as limitações das baterias de íons de lítio atuais. Mais especificamente, o objetivo inicial do consórcio é triplicar a energia específica mássica (quantidade de energia que pode ser armazenada em uma bateria em relação à sua massa) encontrada nas baterias que alimentam os carros elétricos, de 170-200 watts-hora por quilograma para 500 watts-hora por quilograma (por isso, o nome *Battery500*).

¹¹ Dois dos pesquisadores da equipe do consórcio, o professor Stanley Whittingham da Universidade de Binghamton e o professor John Goodenough da Universidade do Texas - Austin, receberam o Prêmio Nobel de Química de 2019 por seu trabalho em baterias de íons de lítio.

O consórcio foi apresentado em 2016 e liderado pelo *Pacific Northwest National Laboratory* (PNNL) juntamente com um time de pesquisadores de outros três laboratórios nacionais coordenados pelo DOE e cinco universidades¹², além de times de suporte em outros laboratórios nacionais, universidades e empresas do país. O consórcio conta também com um conselho formado por instituições como IBM, Tesla, Livent, U.S. Advanced Battery Consortium, e NAATBatt.

O *Battery500* é financiado com recursos do VTO. Na primeira fase do programa (2017-2021) o consórcio contou com um orçamento de US\$ 50 milhões em cinco anos (US\$ 10 milhões por ano). No final de 2021, o VTO anunciou o aporte de US\$ 75 milhões adicionais para os próximos cinco anos (US\$ 15 milhões por ano).

Além do *Battery500*, vários programas de pesquisa estão sendo elaborados dentro do escopo do *Bipartisan Infrastructure Law* (BIL), especialmente na área de reciclagem de baterias. Um desses programas é o *Battery Recycling Research, Development, and Demonstration Grant Program*, que está sendo elaborado pelo *Department of Energy* e o *U.S. Environmental Protection Agency*. O programa financiará projetos de pesquisa, desenvolvimento e demonstração para criar abordagens inovadoras e práticas para aumentar a reutilização e reciclagem de baterias, como design de produto que facilite a recuperação e reciclagem de componentes e matérias primas das baterias. Essa parece ser uma das novas prioridades do governo americano para a pesquisa em baterias nos próximos anos (ver Seção 1.2.3).

Por último, existem também competições na área de reciclagem de baterias, como o *Lithium-Ion Battery Recycling Prize*¹³, um dos chamados *American-made challenges* no qual equipes de indivíduos, empreendedores e empresas competem através da apresentação de soluções conceituais, protótipos e projetos-piloto que tenham o potencial de capturar 90% do material de todas as baterias de íons de lítio descartadas ou gastas nos Estados Unidos para eventual recuperação de materiais-chave para reintrodução na cadeia produtiva de baterias dos EUA. O valor total do prêmio é de US\$ 5,5 milhões divididos em três fases: Desenvolvimento de conceito e incubação (US\$ 1 milhão), Prototipagem e parcerias (US\$ 2,5 milhões), e Validação do projeto-piloto (US\$ 2 milhões). A competição se encontra atualmente na terceira fase, ou seja, já foram apresentados projetos viáveis do ponto de vista do conceito e protótipos.

3. Incentivos à produção de acumuladores de energia

A primeira grande onda de incentivos concedidos para a construção e ampliação de unidades produtivas de baterias nos EUA se deu entre 2009 e 2011 com recursos do *American Recovery and Reinvestment Act* (ARRA) de 2009. O ARRA foi um amplo pacote de estímulos governamentais assinado pelo então Presidente Obama, que destinou quase US\$ 800 bilhões para a criação de empregos, crescimento econômico, isenção de impostos, melhorias na educação e saúde, modernização da infraestrutura e investimentos em independência energética e tecnologias de energia renovável, em resposta à grande recessão de 2008¹⁴. O ARRA concedeu subsídios para uma série de empreendimentos privados na cadeia produtiva de baterias em 2009 e 2010, totalizando US\$ 1,5 bilhões em subsídios para a produção de baterias e componentes nos EUA¹⁵.

¹² Além do PNNL, a coordenação do projeto é formada por pesquisadores das seguintes instituições: *Binghamton University*, *Brookhaven National Laboratory*, *Idaho National Laboratory*, *Stanford University/SLAC National Accelerator Laboratory*, *University of California at San Diego*, *University of Texas at Austin* e *University of Washington*.

¹³ Verificar em <https://www.herox.com/BatteryRecyclingPrize>.

¹⁴ Consultar <https://afdc.energy.gov/laws/arra.html>.

¹⁵ <https://www.energy.gov/leere/vehicles/downloads/battery-and-electric-drive-awardee-list-american-recovery-and-reinvestment>.

A fábrica de baterias da *LG Energy Solution* em Michigan, por exemplo, recebeu US\$ 151 milhões em incentivos federais através do ARRA para a construção da unidade, além de US\$ 125 milhões em isenção de impostos estaduais, com a condição de empregar pelo menos 300 pessoas na unidade. Em 2022, a *LG Energy Solution* recebeu um novo aporte de incentivos estaduais de US\$ 56,6 milhões através do fundo estadual *Michigan Strategic Fund*, além de 20 anos de isenção de impostos no valor de US\$ 132,6 milhões¹⁶ para expandir sua produção naquele estado e gerar mais empregos.

De forma similar, embora fora do escopo dos recursos do ARRA, a “giga fábrica” de baterias da Tesla em conjunto com a Panasonic no estado de Nevada recebeu, em 2014, a isenção dos impostos estaduais sobre vendas da Tesla por 20 anos e os impostos sobre propriedade e negócios por 10 anos, garantindo um crédito fiscal que pode chegar a US\$ 1,3 bilhões¹⁷.

Mais recentemente, uma das principais iniciativas do governo americano para incentivar a cadeia produtiva de baterias tem sido o *Federal Consortium for Advanced Batteries* (FCAB, ou consórcio federal para baterias avançadas, em tradução livre). O FCAB foi criado em setembro de 2020 e é composto por cerca de 40 agências federais dos seguintes departamentos do governo: *Department of Commerce*, *Department of Energy*, *Department of Defense*, e *Department of Health and Human Services*. O que une essas agências é o interesse comum dessas áreas em garantir o fornecimento doméstico de baterias através do desenvolvimento de uma cadeia produtiva robusta.

Em 2021, o FCAB se concentrou em discutir, entre seus membros e com *stakeholders* da cadeia produtiva de baterias, as principais oportunidades e desafios dessa cadeia, no intuito de estabelecer uma orientação para as iniciativas do governo federal e guiar as ações e investimentos da indústria nos próximos anos. Nesse sentido, o consórcio lançou, em 2021, dois documentos chave para entender os próximos passos do governo americano em relação aos incentivos para a produção de baterias, o *National Blueprint for Lithium Batteries* e o capítulo *Review of Large Capacity Batteries* do relatório *Building Resilient Supply Chains, Revitalizing American Manufacturing, and Fostering Broad-Based Growth Report*, lançado pela Casa Branca.

O relatório *National Blueprint for Lithium Batteries 2021-2030* (FCAB, 2021), por exemplo, conclui que existem várias políticas federais e estaduais que visam incentivar o desenvolvimento e a produção de sistemas de armazenamento de energia nos EUA, embora estes instrumentos geralmente não sejam coordenados entre os diferentes níveis de governo e agências governamentais. Essa falta de coordenação é apontada como uma falha grave na política industrial americana de incentivo a cadeia produtiva de baterias.

Já no relatório *Building Resilient Supply Chains, Revitalizing American Manufacturing, and Fostering Broad-Based Growth* (THE WHITE HOUSE, 2021), são avaliadas as vulnerabilidades de quatro cadeias de componentes estratégicos: semicondutores; baterias de grande capacidade (como as de veículos elétricos); minerais e materiais críticos; e produtos farmacêuticos e ingredientes farmacêuticos avançados. Em relação ao capítulo destinado às baterias, o relatório recomenda a revitalização de programas de crédito como o IRS 48C, além de apoiar programas de treinamento de mão de obra especializada através de parcerias com fabricantes de automóveis, sindicatos, universidades e outras partes interessadas importantes para ajudar a treinar e retreinar trabalhadores para atender a essa nova demanda do mercado.

Uma das grandes prioridades apontadas no relatório para garantir a oferta de baterias é a criação de capacitações tecnológicas e produtivas na área de reciclagem de materiais essenciais para a fabricação de baterias, como o lítio, o cobalto e o níquel. Embora os Estados Unidos detenham 3,6% das reservas globais conhecidas de lítio, o que pode satisfazer a demanda global de lítio por mais de 8 anos, a criação de uma cadeia produtiva de reciclagem desse elemento é essencial para garantir a continuidade do processo de eletrificação para além desse período.

¹⁶ <https://federalnewsnetwork.com/government-news/2022/03/ev-battery-maker-lg-will-add-up-to-1200-jobs-in-michigan/>.

¹⁷ <https://www.theverge.com/2016/2/8/10937076/tesla-gigafactory-battery-factory-nevada-tax-deal-elon-musk>.

Atendendo às expectativas colocadas nesses relatórios, dentro do escopo do Bipartisan Infrastructure Law (BIL), o Departamento de energia (DOE) anunciou, em 2022, que disponibilizará US\$ 2,91 bilhões para fortalecer a cadeia nacional de fornecimento de baterias no país. Os recursos serão utilizados para subsidiar instalações de produção de componentes, células e packs de bateria, além de instalações para a reciclagem e para a reforma de baterias usadas para “aplicações de segunda vida”, através de dois programas de financiamento, o *Battery Material Processing Grant* e o *Battery Recycling Research, Development, and Demonstration Grant Program*.

4. Incentivos à produção e montagem de ônibus elétricos

O governo americano já testou programas de incentivos financeiros para a produção de veículos elétricos em geral e que poderiam ser aproveitados por fabricantes de ônibus elétricos. É o caso do *Advanced Technology Vehicles Manufacturing Loan Program* (ATVM, Programa de financiamento para veículos de tecnologia avançada, em tradução livre). O ATVM foi aprovado pelo Congresso americano em 2007 e administrado pelo Loan Programs Office (LPO, Departamento de programas de empréstimo em tradução livre) do Departamento de Energia (DOE) americano. O programa foi formulado com o objetivo de financiar¹⁸ projetos de engenharia e a construção, expansão ou adaptação de instalações fabris para a produção de Veículos de Tecnologia Avançada (ATVs) e componentes nos Estados Unidos. Segundo a definição proposta pelo programa, os ATVs são definidos como veículos leves, médios e pesados ou ultra eficientes, e que atendem aos padrões federais de emissão especificados e aos requisitos de economia de combustível.

Segundo as últimas informações disponíveis no site do DOE e no último relatório oficial publicado sobre o programa foram financiados US\$ 8 bilhões em projetos, que foram convertidos na produção de 4 milhões de veículos, gerando 35 mil empregos diretos (U.S. DEPARTMENT OF ENERGY, 2016). As fabricantes aprovadas na primeira fase foram Ford Motors, Nissan North America, Tesla Motors e Fisker Automotive. Destas, apenas a Fisker Automotive não conseguiu honrar os pagamentos e decretou falência em 2013.

Desde 2011, novos empréstimos não foram realizados no âmbito desse programa que, na prática, foi paralisado. Durante a gestão do presidente Donald Trump, cogitou-se inclusive fechar o programa ATVM permanentemente¹⁹, entretanto, o programa foi colocado novamente em pauta em 2021 e atualmente conta com US\$ 17,7 bilhões disponíveis para uma nova rodada de financiamentos²⁰.

Como de costume, as principais montadoras de ônibus elétricos foram beneficiadas com incentivos fiscais para estabelecer suas fábricas. A Proterra, por exemplo, foi beneficiada com US\$ 7,5 milhões em créditos fiscais para localizar suas plantas produtivas em Industry e Burlingame, na Califórnia²¹, e US\$ 3 milhões em subsídios para as obras da fábrica de Greenville, na Carolina do Sul²². Para a nova fábrica em Greer, também na Carolina do Sul, o governo estadual pretende aprovar uma nova rodada de benefícios fiscais para a empresa, embora não tenha divulgado os valores, além da liberação de US\$ 750 mil para auxiliar com os custos do projeto²³. Outras empresas, como a BYD²⁴ e a Greenpower Bus²⁵, também receberam subsídios e créditos fiscais similares para construir suas plantas.

¹⁸ Até 30% do custo total do projeto a ser financiado.

¹⁹ <https://electrek.co/2020/02/12/trump-budget-kills-loan-program-sought-by-ev-maker-lordstown-motors/>.

²⁰ <https://www.autoweek.com/news/a36955772/biden-administration-revives-doe-green-car-loan-program/>.

²¹ <https://labusinessjournal.com/government/state-approves-tax-credits-proterra-hulu-and-19-ot/>.

²² https://www.crda.org/news/local_news/proterra-selects-greenville-as-new-location-for-research-development-and-assembly-of-advanced-battery-commercial-vehicles-and-systems/.

²³ <https://www.thomasnet.com/insights/electric-bus-maker-to-create-200-jobs-with-south-carolina-battery-plant/>.

²⁴ <https://www.latimes.com/business/la-fi-capitol-business-beeat-20150202-story.html>.

²⁵ https://www.recorderonline.com/news/greenpower-to-get-3-million-from-state/article_4e41949c-3513-11e6-b631-9b049634002d.html.

5. Incentivos para a produção local (nível regional) de componentes

A estrutura de incentivos em nível local (no caso dos EUA, definido como nível estadual) também é composta, majoritariamente, por instrumentos de incentivo à compra de ônibus de baixa emissão ou emissão zero de poluentes, de acordo com o levantamento de instrumentos realizado pelo *Alternative Fuels Data Center*²⁶. Não obstante, existem alguns programas de subsídios voltados diretamente para a cadeia produtiva de ônibus elétricos e baterias. Essa seção se concentra em apresentar e descrever esses instrumentos.

Na Califórnia, o *Clean Transportation Program*²⁷ administrado pela *California Energy Commission (CEC)*, visa fornecer incentivos financeiros para empresas, fabricantes de veículos e componentes, centros de treinamento técnico, proprietários de frotas, consumidores e instituições acadêmicas com o objetivo de desenvolver e implementar tecnologias avançadas de transporte e combustíveis alternativos e renováveis, incluindo veículos elétricos médios e pesados. O programa conta com US\$ 690 milhões para investimentos em infraestrutura de recarga para veículos pesados, além de US\$ 244 milhões para as atividades de manufatura de veículos de emissão zero²⁸, embora ainda não esteja especificado como esses recursos serão utilizados.

Outro programa de incentivos financeiros da Califórnia é o *California Clean Truck, Bus, and Off-Road Vehicle and Equipment Technology Program*²⁹, que visa fornecer financiamento para projetos de desenvolvimento, demonstração, projeto piloto e implementação comercial inicial para caminhões, ônibus, veículos e equipamentos off-road com emissão zero e quase zero. Os projetos elegíveis incluem incentivos específicos para o desenvolvimento, demonstração e implementação comercial de ônibus de emissão zero. Por fim, o estado da Califórnia conta ainda com um programa de redução de impostos (*Sales and Use Tax Exclusion Program - STE*) aplicado na compra de máquinas e equipamentos para a construção, expansão ou adaptação de fábricas para a produção de baterias de lítio³⁰. As renúncias fiscais somam até US\$ 100 milhões por ano e até US\$ 20 milhões por projeto³¹.

No estado do Colorado, o *Advanced Industries (AI) Accelerator Program Grants*³² busca fornecer subsídios para a alavancagem de indústrias avançadas, como fabricação de veículos avançados e componentes. Quatro tipos de subsídios estão disponíveis, incluindo financiamento de protótipos, alavancagem de capital, financiamento de infraestrutura produtiva e exportações.

Na Georgia, empresas comerciais que fabricam componentes para as cadeias produtivas de baterias, biocombustíveis e veículos elétricos pode reivindicar um crédito fiscal anual por cinco anos³³. O valor do crédito fiscal é baseado no número de novos empregos criados nessas empresas e seu cálculo depende também das taxas de desemprego e dos níveis de renda do condado em que a empresa beneficiária está localizada.

Um programa similar também foi implementado no estado do Novo México, para fabricantes qualificados de produtos e componentes para sistemas de veículos de emissão zero³⁴. O crédito é limitado a 5% das despesas qualificadas e os fabricantes devem cumprir os requisitos de criação de empregos para serem elegíveis.

²⁶ <https://afdc.energy.gov/laws/search>.

²⁷ <https://www.energy.ca.gov/programs-and-topics/programs/clean-transportation-program>.

²⁸ <https://www.greencarcongress.com/2021/11/20211116-cec.html>.

²⁹ <https://afdc.energy.gov/laws/11528>.

³⁰ <https://www.treasurer.ca.gov/caeatfa/ste/index.asp>.

³¹ <https://buildmomentum.io/sales-and-use-tax-exclusion-ste-program/#:~:text=The%20California%20Alternative%20Energy%20and,feedstock%20in%20the%20production%20of>.

³² <https://choosecolorado.com/doing-business/advanced-industries/>.

³³ <https://law.justia.com/codes/georgia/2010/title-48/chapter-7/article-2/48-7-40/>.

³⁴ <https://edd.newmexico.gov/choose-new-mexico/competitive-business-climate/incentives/alternative-energy-product-manufacturers-tax-credit>.

No Wisconsin, o crédito fiscal é oferecido às empresas que realizam pesquisa em baterias automotivas e pode chegar a 10% das despesas de pesquisa³⁵. As empresas podem reivindicar ainda um crédito fiscal adicional igual a 5% do valor utilizado durante o ano fiscal para construir e equipar novas instalações ou expandir as instalações existentes usadas para pesquisa qualificada no estado.

No estado de Louisiana, o crédito fiscal para as “indústrias verdes” é de 7% a 18% dos custos do projeto até US\$ 1.000.000 por projeto³⁶.

No estado da Carolina do Sul, o valor tributável de máquinas e equipamentos adquiridos para uso em uma instalação de fabricação de artefatos de energia renovável pode ser reduzido em 20% do custo original. A medida inclui fábricas de baterias para veículos elétricos e híbridos. Para se qualificarem, as empresas devem investir pelo menos US\$ 100 milhões no projeto e criar pelo menos 200 novos empregos em tempo integral com um nível médio de remuneração de 150% da renda per capita anual do estado ou do condado onde a instalação está localizada (o que for menor).

O *21st Century Research and Technology Fund*, do estado de Indiana, fornece subsídios e empréstimos para apoiar o desenvolvimento econômico em clusters da indústria de alta tecnologia, que inclui veículos elétricos e componentes³⁷.

Por último, também é importante mencionar que grande parte dos subsídios fiscais e concessões oferecidas aos fabricantes de ônibus elétricos para a instalação de suas unidades produtivas advém de negociações diretas com os governos estaduais, como mencionado na seção I.B.4.

6. Incentivos produtivos utilizando baterias produzidas naquele país

O eixo principal das políticas de incentivo aos e-bus nos EUA continua sendo o das políticas de subsídios às compras desses veículos por agências de trânsito municipais e estaduais. A ideia central do governo é a de que esses subsídios pelo lado da demanda possam estimular a produção doméstica de ônibus elétricos. Estes estão subordinados ao *Buy America Act*³⁸ e ao *Fixing America's Surface Transportation Act*³⁹ que, desde 2020, estabelece um índice de nacionalização mínimo de 70% do valor dos veículos a serem subsidiados, ou seja, 70% dos componentes dos ônibus (em termos de valor) precisam ser produzidos nacionalmente para que os ônibus sejam elegíveis para os abatimentos no seu valor de compra.

Entretanto, existem brechas importantes nessa legislação, já que, segundo as definições propostas, um componente é considerado doméstico se for fabricado nos Estados Unidos, independentemente da origem dos elementos que o compõem, como matérias primas e subcomponentes produzidos em etapas *upstream* da cadeia produtiva. Nesse sentido, por exemplo, a importação de células de íon de lítio não viola essas legislações, pois estas são substancialmente transformadas em *packs* de baterias —contendo módulos, sistemas de refrigeração e sensores— nas fábricas dos EUA e, portanto, passam a ser consideradas componentes nacionais. Essa e outras brechas estão sendo discutidas pelo governo e podem ser alvo de alterações futuras na legislação.

O debate sobre a nacionalização dos ônibus elétricos e seus componentes também têm uma outra dimensão controversa: o *National Defense Authorization Act*, assinado em 2019 pelo governo americano, determina a proibição da compra de ônibus de companhias chinesas pelas autoridades de trânsito americanas com recursos de programas de subsídio do governo⁴⁰, uma medida que pode afetar diretamente um dos grandes players do setor, a chinesa BYD. Alguns especialistas

³⁵ <https://www.revenue.wi.gov/DOR%20Publications/pb131-2020.pdf>.

³⁶ <https://law.justia.com/codes/louisiana/2012/rs/title47/rs47-6037/>.

³⁷ <https://law.justia.com/codes/indiana/2017/title-5/article-28/chapter-16/section-5-28-16-2/>.

³⁸ <https://trid.trb.org/view/1604436>.

³⁹ <https://www.transportation.gov/fastact>.

⁴⁰ <https://www.washingtonpost.com/transportation/2021/12/17/electric-buses-federal-funding/>.

argumentam que essa medida pode impactar negativamente os esforços de eletrificação do transporte público no país, já que a BYD é hoje a empresa com a maior capacidade produtiva no mercado americano de ônibus elétricos⁴¹.

C. Resultados

O *American Recovery and Reinvestment Act* (ARRA) de 2009 foi o primeiro grande programa de estímulo da cadeia de baterias e de veículos elétricos no período mais recente, e certamente teve um papel estratégico para financiar a construção de diversas unidades produtivas nesses dois setores que formam hoje a base da indústria nacional de baterias e ônibus elétricos. Atualmente, 31 das 38 fábricas desses setores estabelecidas através do ARRA ainda estão em operação (THE WHITE HOUSE, 2021).

Os incentivos fiscais oferecidos aos grandes fabricantes de ônibus elétricos e baterias certamente tiveram um impacto no estabelecimento das primeiras grandes empresas americanas especializadas na fabricação de ônibus elétricos, como a Proterra, embora esses incentivos não possam ser configurados como políticas industriais inovadoras e nem mereçam destaque como fatores que diferenciem a estratégia americana.

O governo americano tem dado mais importância à questão da eletrificação do transporte e da produção doméstica de baterias nos últimos dois anos, como consequência dos efeitos da pandemia de covid-19. Consequentemente, muitos dos programas anunciados estão em fase de implementação ou ainda estão sendo elaborados pelas autoridades do país, sendo que os seus resultados para a indústria de ônibus elétricos e componentes só poderão ser observados nos próximos anos.

Não obstante, já é possível notar alguns avanços importantes em relação aos esforços de pesquisa de desenvolvimento em baterias, por exemplo. O Battery500, implementado em 2017, chega ao final de seu primeiro ciclo de financiamento com resultados animadores. No início do programa, as baterias avançadas (*pouch* - bateria bolsa) que eram o foco da pesquisa forneciam até 300 Watts hora por quilograma, mas conseguiam ser usadas apenas cerca de 10 vezes antes de perder eficiência, ou seja, com uma duração de 10 ciclos. Atualmente, a equipe de pesquisa do programa conseguiu aumentar a densidade de energia para 350 Wh/kg⁴² e estendeu a vida útil da bateria para mais de 600 ciclos (NIU et al., 2021). Esses esforços de pesquisa podem elevar a competitividade dos Estados Unidos na produção de baterias e veículos elétricos, caso a sua produção em larga escala seja viabilizada nos próximos anos.

D. Fatores de sucesso

O panorama geral de incentivos à eletrificação do transporte público (e da eletrificação do transporte em geral) nos EUA pode ser classificado em quatro eixos de atuação, com base nas políticas encontradas na pesquisa bibliográfica empreendida neste estudo, como a seguir:

- Estímulos à demanda por ônibus de baixa emissão e construção de infraestrutura de apoio;
- Incentivos à pesquisa em baterias avançadas;
- Preenchimento dos gaps na cadeia produtiva de baterias e componentes (processamento de minerais, reciclagem);
- Incentivos fiscais para a construção de fábricas de baterias e de ônibus elétricos;

⁴¹ <https://www.reuters.com/business/sustainable-business/electric-bus-maker-byd-shows-china-complications-biden-climate-pu-sh-2021-07-14/>.

⁴² <https://www.energy.gov/eere/articles/battery500-progress-update>.

Esses eixos de ação formam a base de instrumentos de estímulo às atividades produtivas e visam tornar o país competitivo nessa cadeia de valor frente a competidores como a China e a União Europeia, sendo que o principal deles, em termos de número de políticas e quantidade de recursos disponibilizados pelo governo, é o de instrumentos de estímulo à demanda. É certamente um dos principais alvos das políticas de eletrificação do transporte em qualquer um dos países e regiões que lideram os rankings de produção e vendas de ônibus elétricos.

Contudo, a grande gama de programas de fomento e do montante destinado a financiar a compra de ônibus elétricos contrasta com a escassez de instrumentos voltados diretamente para a criação de capacidade produtiva nacional de ônibus elétricos nos EUA, um cenário diferente dos seus competidores. Nesse sentido, é preciso observar se a indústria americana de ônibus elétricos será capaz de se desenvolver no mesmo ritmo que a demanda, estando assim apta a atender o crescimento de volume desses veículos no país e competir com as fabricantes estrangeiras, especialmente aquelas com sede na China.

Um fator importante nesse sentido é o reconhecimento recente da importância e urgência para a construção de uma cadeia produtiva de baterias doméstica em que as lacunas atuais sejam preenchidas, por exemplo através de investimentos no refino e processamento de matérias primas, na fabricação e na reciclagem das baterias, reduzindo assim a dependência da China e de outros países.

Um potencial fator de sucesso para o qual os Estados Unidos certamente levam vantagem em relação aos concorrentes diz respeito aos esforços de pesquisa financiados pelo governo e com suporte de uma ampla rede de laboratórios nacionais, universidades e centros de pesquisa, além de capital humano especializado disponível no país. É possível que os resultados desses esforços de pesquisa criem vantagens competitivas cruciais para a indústria de fabricação de ônibus elétricos nos próximos anos através da criação de baterias mais eficientes.

Por fim, a resume as principais políticas analisadas no âmbito dos EUA:

Quadro 2
Resumo das políticas de incentivo à cadeia produtiva de e-bus nos EUA

Política	Relação com a cadeia produtiva de e-bus	Instrumentos utilizados	Natureza	Início	Término
Clean Transportation Program	Incentivos financeiros com foco em inovações e construção de infraestrutura de apoio	Não especificado	Estímulo ao Consumo	2008	2024 ^a
Clean Transportation Program	Incentivos financeiros com foco em inovações e construção de infraestrutura de apoio	Não especificado	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I)		
American Recovery and Reinvestment Act	Subsídios para a construção de fábricas de baterias e de veículos elétricos	Subsídios diretos e incentivos fiscais	Estímulo à Produção Nacional	2009	2011
Sales and Use Tax Exclusion Program	Incentivos fiscais para a construção ou expansão de capacidade produtiva em tecnologias avançadas de transporte	Incentivos fiscais	Estímulo à Produção Nacional	2010	2025 ^a
Bus & Bus Facilities Investment program	Política de subsídio para a compra de e-bus e infraestrutura de apoio	Subsídios diretos	Estímulo ao Consumo	2016	-
Low- or No-Emission Bus program	Política de subsídio para a compra de e-bus e infraestrutura de apoio	Subsídios diretos	Estímulo ao Consumo	2016	-

Política	Relação com a cadeia produtiva de e-bus	Instrumentos utilizados	Natureza	Início	Término
Battery500	Programa de investimento em P&D em baterias avançadas	Roadmap, subsídios diretos, utilização de laboratórios e infraestrutura governamental, coordenação com agentes privados	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I)	2016	-
California Clean Truck, Bus, and Off-Road Vehicle and Equipment Technology Program	Financiamento para projetos de P&D avançada	Linha de financiamento subsidiado	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I)	2016	-
Lithium-Ion Battery Recycling Prize	Competição na área de reciclagem de baterias	Prêmio em dinheiro (competição)	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I)	2019	2022 ^a
National Defense Authorization Act	Regulação que restringe o acesso aos subsídios de demanda por empresas chinesas	Regulação dos programas de subsídio	Estímulo à Produção Nacional	2019	-
Federal Consortium for Advanced Batteries	Realização de diagnóstico dos gaps na cadeia produtiva de baterias	Roadmap	Planejamento & Governança	2020	-
Buy America Act/Fixing America's Surface Transportation Act	Regulação que estabelece índices mínimos de nacionalização dos veículos subsidiados	Regulação dos programas de subsídio	Estímulo à Produção Nacional	2020	-
Infrastructure Investment and Jobs Act	Política de subsídio para a compra de e-bus, investimento em infraestrutura e em P&D em baterias avançadas	Roadmap, subsídios diretos e incentivos fiscais	Planejamento & Governança	2021	-
Infrastructure Investment and Jobs Act	Política de subsídio para a compra de e-bus, investimento em infraestrutura e em P&D em baterias avançadas	Roadmap, subsídios diretos e incentivos fiscais	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I)	2021	-
Clean School Bus Program	Política de subsídio para a compra de e-bus escolares	Subsídios diretos	Estímulo ao Consumo	2022	2026 ^a
Programas estaduais de crédito fiscal	Instalação e ampliação de unidades produtivas nos respectivos Estados	Incentivos fiscais	Estímulo à Produção Nacional	-	-
Battery Recycling Research, Development, and Demonstration Grant Program	Programa de investimento em P&D em reciclagem de baterias	Subsídios diretos	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I)	2022 ^a	-

Fonte: Elaboração própria.

^a Estimado.

II. Políticas industriais e arcabouço institucional para e-bus na China

A. Introdução

A China representa hoje o maior mercado consumidor bem como o maior produtor de ônibus elétricos do mundo. Os últimos dados disponíveis no site do *Global EV Data Explorer*, da *International Energy Agency* - IEA⁴³ mostram que a frota de ônibus elétricos da China atingiu a marca de mais de 500 mil unidades em 2020, podendo chegar até 1,3 milhões de unidades até 2025⁴⁴ (Gráfico 2). Além disso, a frota chinesa corresponde a aproximadamente 98% da frota de ônibus elétricos no mundo, segundo os dados mais recentes⁴⁵.

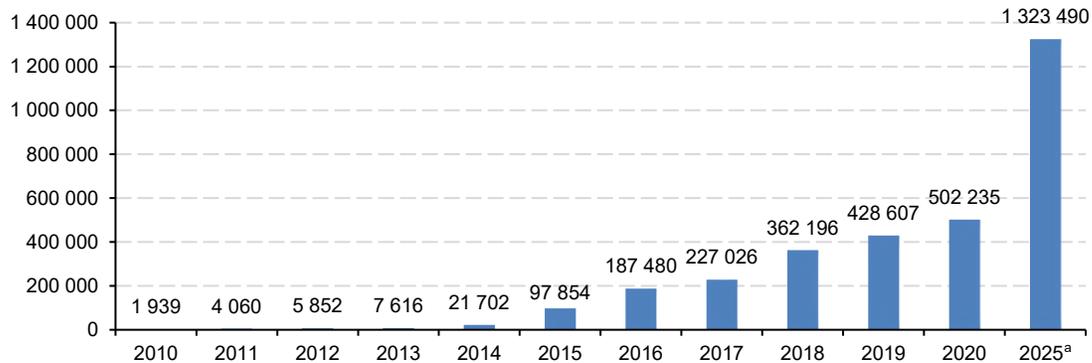
O governo utiliza o termo **NEV** ou *new energy vehicles* (veículos de energias novas ou alternativas), como nomenclatura oficial para se referir aos veículos elétricos e de emissão zero em geral - incluindo os ônibus elétricos nos documentos oficiais e nas políticas de Estado. Alguns estudos e documentos adotam o nome **NEB** (*new energy buses*, ou ônibus de energias novas ou alternativas, em tradução livre) para se referir especificamente ao subgrupo dos ônibus de baixa emissão, grupo que inclui elétricos movidos à bateria, híbridos e com célula de combustível. Não obstante, os ônibus elétricos à bateria são maioria absoluta nesse grupo, representando 85% da frota de NEBs em 2020 (Gráfico 3) e são o principal alvo dos subsídios direcionados aos NEVs (KENNEDY, 2018).

⁴³ <https://www.iea.org/articles/global-ev-data-explorer>.

⁴⁴ <https://www.woodmac.com/press-releases/chinas-e-bus-stock-to-surpass-1-million-mark-by-2023/>.

⁴⁵ <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/>.

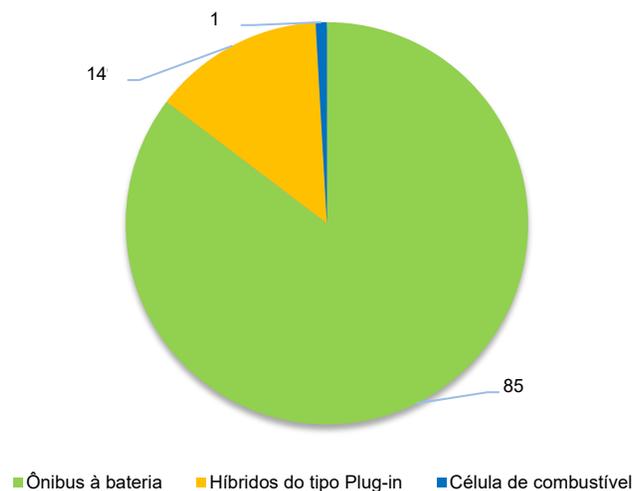
Gráfico 2
Evolução da frota de ônibus elétricos na China
(Em unidades)



Fonte: Baseado em dados do Global EV Data Explorer e Wood Mackenzie.

^a Estimativa.

Gráfico 3
Distribuição da frota de NEBs chinesa por tecnologia de propulsão
(Em porcentagem)



Fonte: Baseado em dados do Global EV Data Explorer.

O país detém dezenas de fabricantes de fabricantes de NEBs⁴⁶, sendo as principais a Yutong, BYD (que também é a maior fabricante de baterias do mundo), CRRC Electric, Foton Av, Higer Bus, Zhongtong, Ankai, King Long, Golden Dragon, e Asiarstar. Juntas, essas 10 empresas detiveram 93% das vendas em janeiro e fevereiro de 2022⁴⁷.

⁴⁶ O site B2BEV lista 33 fabricantes de ônibus elétricos. Link: https://www.b2bev.com/listings?fwf_location=china&fwf_category_3=electric-bus-manufacturers.

⁴⁷ https://www.chinabuses.org/analyst/2022/0315/article_12725.html.

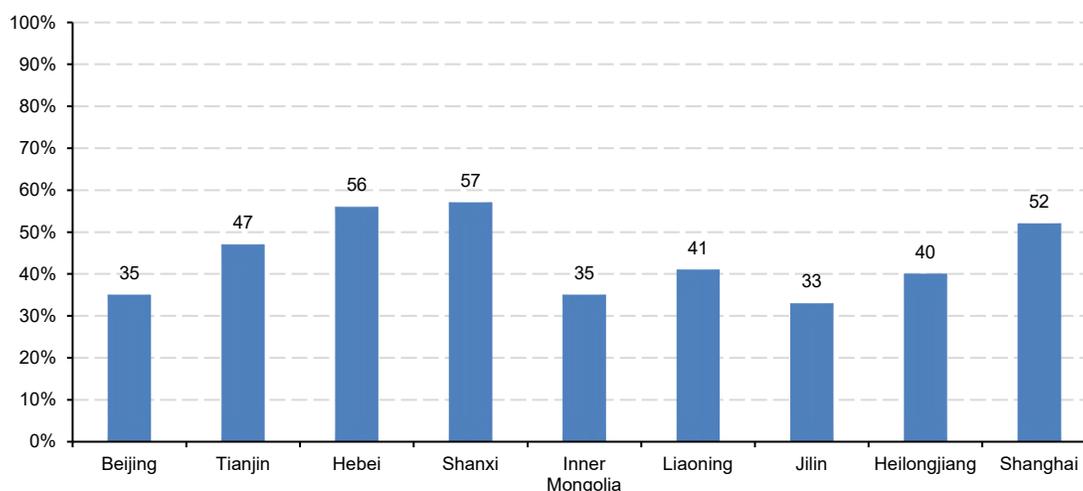
Quadro 3
Vendas de NEBs na China – janeiro e fevereiro de 2022
(Em unidades)

Ranking	Fabricante	Vendas	Market-share
1	Yutong	867	21%
2	BYD	622	15%
3	CRRRC Electric	516	13%
4	Foton AUV	449	11%
5	Higer	380	9%
6	Zhongtong	317	8%
7	Ankai	263	6%
8	King Long	187	5%
9	Golden Dragon	136	3%
10	Asiastar	78	2%
	Vendas - Top 10	3 815	93%
	Vendas Totais	4 094	

Fonte: Baseado em dados do site www.chinabuses.org.

Ao contrário da estrutura americana, cuja frota de ônibus elétricos se encontra fortemente concentrada no estado da Califórnia, na China a frota desses veículos se encontra dispersa pelo país. O Gráfico 4 a seguir mostra que o percentual de NEBs é bastante elevado em todas as regiões chinesas selecionadas, em alguns casos chegando a mais da metade das frotas regionais.

Gráfico 4
Percentagem de NEBs em regiões selecionadas da China
(Em porcentagem)



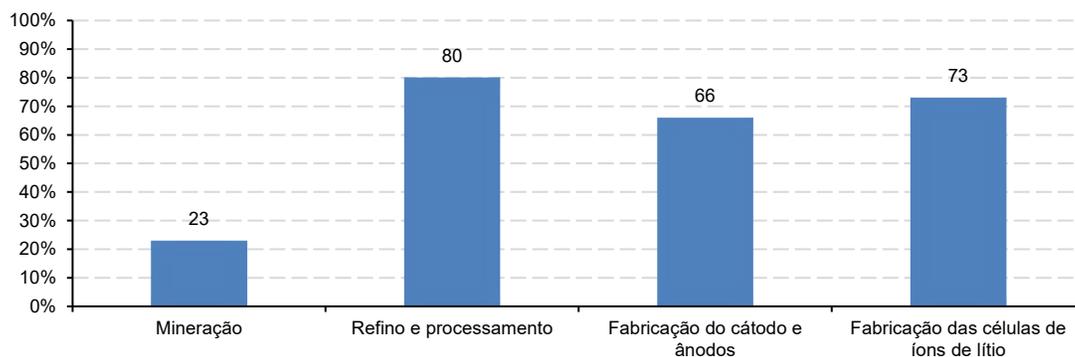
Fonte: Baseado em dados do relatório *New Energy Buses in China- Overview on Policies and Impacts* (LUMIAO; ZHANHUI, 2020).

Os percentuais mostrados no gráfico 4 são ainda mais relevantes quando colocados em perspectiva em relação à situação nos EUA: na Califórnia, de longe o Estado americano mais avançado na eletrificação do transporte público, a meta é eletrificar 100% da frota de ônibus em 2040 – hoje, esse percentual é de cerca de 10%. Em muitos estados americanos, esse percentual não chega nem a 1% da frota total.

Também em relação às baterias, a China segue dominando elos estratégicos da cadeia produtiva. Segundo dados da *Benchmark Mineral Intelligence* para 2019⁴⁸, a China detém cerca de 73% da produção global de baterias (células) de íons de lítio (gráfico 5). A forte posição da China no mercado de baterias não decorre de vantagens naturais, ou seja, do tamanho de suas reservas de matérias primas estratégicas como lítio, cobalto etc. Em geral, as reservas chinesas desses minerais não são superiores à de outros países. Ademais, a participação chinesa na etapa da cadeia produtiva que diz respeito à mineração das matérias primas é relativamente baixa (23%).

Por outro lado, nas etapas intermediárias da cadeia, como refino e processamento das matérias primas e fabricação dos cátodos e ânodos, a participação chinesa na produção global é significativamente maior (80% e 66%, respectivamente), podendo chegar a um monopólio de fato: Segundo dados de 2019, 86% de todos os ânodos de grafite natural e sintético são produzidos na China, percentual que beira os 100% no caso dos ânodos de grafite natural.

Gráfico 5
Participação da China na cadeia produtiva global de baterias de íons de lítio – por etapa da cadeia (2019)
(Em percentagem)



Fonte: Benchmark Mineral Intelligence (2019).

O domínio competitivo chinês na etapa crucial de refino das matérias primas garante que a cadeia produtiva global de baterias de lítio dependa da China, principalmente nessas etapas de maior valor agregado. Esse cenário contrasta fortemente com aquele apresentado para a cadeia produtiva nos EUA (capítulo I), que possui lacunas significativas justamente nessas etapas intermediárias de processamento e manufatura das células.

De fato, as vantagens competitivas chinesas nesse mercado podem ser atribuídas, em grande parte, aos investimentos estatais em todas as etapas da cadeia produtiva, além de acordos comerciais com países fornecedores das matérias primas (THE WHITE HOUSE, 2021).

B. Políticas industriais e arcabouço institucional

1. Contexto e panorama geral das políticas pró e-bus naquele país

Na China, a indústria de ônibus elétricos se beneficia do ambiente de apoio bastante favorável para o desenvolvimento da indústria de NEV. As políticas industriais voltadas a esses veículos se baseiam principalmente em amplos programas de subsídio e apoio governamentais, bem como através da estrutura já estabelecida no âmbito da cadeia produtiva de baterias, que também é amplamente favorecida por programas de incentivo governamentais.

⁴⁸ <https://www.mining.com/chart-chinas-grip-on-battery-metals-supply-chain/>.

A principal instituição governamental chinesa responsável pelas políticas industriais direcionadas aos NEBs é o *National Development and Reform Commission* - NDRC (Comissão Nacional de Desenvolvimento e Reforma, em tradução livre), que detêm amplo controle administrativo e de planejamento sobre a economia da China⁴⁹, incluindo o desenho geral e a implementação das políticas industriais incluídas nos Planos Quinquenais, principal documento que direciona os esforços de planejamento público do país.

Além do NDRC, também fazem parte do arcabouço institucional governamental relacionado aos NEB o *Ministry of Science and Technology* – MoST (Ministério da Ciência e Tecnologia), responsável por implementar políticas específicas de P&D e por emitir as permissões para fabricantes de ônibus entrarem no mercado chinês, e o *Ministry of Industry and Information Technology* – MIIT (Ministério da Indústria e Tecnologia da Informação), responsável por políticas industriais relacionadas à cadeia produtiva dos ônibus elétricos e baterias.

Também merece menção o *Ministry of Finance* – MoF (Ministério das Finanças), órgão responsável por formular e implementar as políticas de incentivos fiscais e tributárias relacionadas à produção e aquisição dos veículos elétricos.

Por último, o *Ministry of Transport* – MoT (Ministério dos Transportes) é responsável pelas políticas de planejamento do transporte urbano e rural. Além disso, as autoridades de transporte público em nível local são responsáveis pela compra dos veículos.

Outras instituições relevantes que também trabalharam em conjunto com o governo incluem o *China Automotive Technology and Research Center* (CATARC), que fornece aconselhamento sobre políticas, define padrões, testa e certifica componentes para os NEVs, além do *China Association of Automobile Manufacturers* (CAAM), que representa a indústria e trabalha em colaboração com o governo para a implementação dos NEVs através de esforços de autorregulação e investimentos coordenados entre os fabricantes.

Desde meados dos anos 2000 e especialmente na última década, o NDRC tem colocado o desenvolvimento sustentável como uma de suas prioridades durante a elaboração das políticas industriais e ao mesmo tempo vem buscando novas oportunidades para a indústria chinesa em setores ainda pouco explorados e/ou na fronteira tecnológica e de mercado, o que explica a ênfase na eletrificação do transporte chinês.

De acordo com o relatório *New Energy Buses in China- Overview on Policies and Impacts* (LUMIAO; ZHANHUI, 2020), o governo chinês considera oficialmente a cadeia produtiva de veículos elétricos como uma indústria chave em suas políticas e planos industriais desde o lançamento do 12º Plano Quinquenal (2011-2015), e vem ganhando mais protagonismo e importância nos planos quinquenais subsequentes (13º e 14º)⁵⁰. Mais especificamente, a partir de 2011, com o início do 12º Plano Quinquenal, a indústria de NEV foi identificada como uma das sete *Strategic Emerging Industries* – SEI, ou indústrias estratégicas emergentes, pelo governo chinês.

Entretanto, o apoio do governo chinês à indústria de veículos elétricos é anterior ao 12º Plano Quinquenal. Os primeiros passos da estratégia de eletrificação do transporte na China se iniciaram com a inclusão dos NEV no chamado *China's State High-Tech Research and Development Project* (Projeto Estatal de Pesquisa e Desenvolvimento em Alta Tecnologia, em tradução livre), também chamado de *Project 863* (Projeto 863 - uma alusão à data de seu estabelecimento em março de 1986), durante a elaboração do 10º Plano Quinquenal em 2001. A participação dos NEVs no Projeto 863 foi ampliada consideravelmente no 11º Plano Quinquenal em 2006, e incluía menção à pesquisa avançada em colaboração com uma série de *stakeholders* e experiências-piloto em cidades escolhidas (Ver Seção 2.2.2).

⁴⁹ <https://en.ndrc.gov.cn/aboutndrc/mainfunctions/>.

⁵⁰ http://www.gov.cn/xinwen/2016-01/20/content_5034655.htm.

Ainda em 2001, no contexto do 10º Plano Quinquenal, o Ministério da Ciência e Tecnologia chinês (MoST) implementou a política chamada “*Three by Three Research and Development Strategy*” (Estratégia de P&D Três por Três, em tradução livre) para a promoção dos NEVs através do estabelecimento dos alicerces tecnológicos da indústria desses veículos no país. Esse foi o primeiro *roadmap* de NEV introduzido pelo governo chinês e seu nome fazia uma alusão às tecnologias escolhidas como pilares: três tecnologias de propulsão (célula de combustível, híbrido e elétrico à bateria) e três tecnologias de componentes: sistemas de controle de *powertrain*, os motores em si e as baterias (JIN et al., 2021).

Além disso, em 2009 o MoST, juntamente com o Ministério das Finanças (MoF) e o NDRC, lançaram o programa *The Thousands of Vehicles, Tens of Cities*⁵¹ (TVTC – Milhares de veículos, dezenas de cidades, em tradução livre), que estabelecia uma série de subsídios para cidades chinesas implementarem veículos elétricos, especialmente nos serviços públicos (ônibus, táxis, frotas postais e veículos oficiais).

Em 2012, já sob a orientação do 12º Plano Quinquenal, o Conselho de Estado chinês divulgou o *Energy-Saving and New Energy Vehicle Industry Plan for 2012 to 2020*⁵² (Plano de Desenvolvimento para eficiência energética e a Indústria de veículos de energia nova, em tradução livre). Esse documento oficial estabeleceu princípios gerais e metas para o desenvolvimento da indústria de veículos elétricos no país. O Plano identificou o desenvolvimento de NEVs como uma estratégia nacional e estabeleceu uma meta para a China atingir uma capacidade de fabricação de 2 milhões de veículos por ano até 2020.

Para efetivamente implementar esse plano, o Conselho de Estado publicou, em 2014, o documento *Guiding Opinions on Accelerating the Popularisation and Application of New Energy Vehicles*⁵³, que abrangeu aspectos práticos da implementação do plano, como metas de construção de infraestrutura de suporte, pesquisa, subsídios financeiros, e benefícios fiscais.

Embora todas essas políticas tenham contribuído de alguma forma para o estabelecimento da indústria de NEV na China, o grande salto que definiu o que essa indústria representa atualmente ocorreu em 2015 com o lançamento do plano *Made in China 2025*⁵⁴, que consolidou de maneira definitiva a indústria de NEV não apenas como uma indústria estratégica emergente, mas como um dos alvos centrais das políticas governamentais do país. O plano estabeleceu metas ainda mais ambiciosas para as fabricantes nacionais, como aumento da participação na produção global de NEVs para 70% até 2020 e 80% até 2025, e para 80% de baterias e motores de carros elétricos até 2020, além de métricas de desempenho para as tecnologias empregadas nesses veículos.

Assim como nos EUA, o governo chinês tem apresentado diversas políticas de incentivo à demanda para auxiliar o desenvolvimento da indústria de veículos elétricos e reduzir a poluição dos seus grandes centros urbanos. Entre 2012 e 2015, por exemplo, o MoF estabeleceu que os NEVs seriam isentos do imposto de compra dos veículos, política que tem sido continuamente prorrogada desde então e continuará pelo menos até o final de 2022⁵⁵ com alguns ajustes graduais (IEA, 2021).

Em 2018, foi implementada a *New energy vehicle (NEV) mandate policy*⁵⁶, através da qual cada modelo NEV recebe um número específico de “créditos” calculados a partir de diversas métricas como quilometragem por carga de bateria e eficiência energética. Os ônibus elétricos receberam subsídios de até US\$ 87.000 e frequentemente se beneficiavam de subsídios locais extras. A elegibilidade para estes subsídios foi limitada a veículos incluídos em um catálogo de veículos homologados mantido pelo MIIT. Inicialmente, a maioria dos veículos fabricados na China foram incluídos neste catálogo, enquanto os veículos importados não receberam o subsídio.

⁵¹ http://www.gov.cn/jrzq/2009-04/13/content_1283761.htm.

⁵² http://www.gov.cn/gongbao/content/2012/content_2182749.htm.

⁵³ <https://www.chinajusticeobserver.com/law/x/guiding-opinions-accelerating-promotion-application-new-energy-vehicles-20140721>.

⁵⁴ https://www.uschamber.com/sites/default/files/final_made_in_china_2025_report_full.pdf.

⁵⁵ <http://www.chinatax.gov.cn/chinatax/n810341/n810755/c5148808/content.html>.

⁵⁶ https://theicct.org/sites/default/files/publications/China-NEV-mandate_ICCT-policy-update_20032018_vF-updated.pdf.

Desde a segunda metade da última década, entretanto, o governo vem realizando um processo de redução gradual dos incentivos aos NEVs, principalmente em relação aos subsídios para a compra desses veículos, e que deve ser concluído ainda em 2022⁵⁷.

Além do subsídio à compra dos ônibus elétricos, houve também outra importante política que afetou indiretamente a atratividade desses veículos: em 2015, através do documento oficial *Notice on Improving the Promotion of the Adoption of Urban Bus Refined Oil Price Subsidy Policy to Accelerate the Promotion and Adoption of NEV*⁵⁸, publicado conjuntamente pelo MoF, MIIT e MoT, o governo chinês optou por reduzir uma parte substancial dos fundos públicos responsáveis por subsidiar a oferta de combustíveis fósseis e condicionou os novos subsídios ao número de NEBs adicionados às frotas, ou seja, na prática, transferiu parte da estrutura de subsídios da operação dos veículos tradicionais para os ônibus elétricos.

Um outro ponto importante tem sido o investimento público em pontos de recarga e estrutura de apoio⁵⁹. O governo estabeleceu metas de construção de pontos de recarga públicos e privados e direcionou recursos para subsidiar esses esforços. Em 2016, por exemplo, o governo garantiu ¥ 120 milhões (US\$ 18 milhões) em subsídios para incentivar as cidades do país a construir essa infraestrutura de apoio⁶⁰ (KENNEDY, 2018).

O governo chinês também buscou incentivar a demanda por meio do direcionamento das compras públicas ao determinar, desde 2014, que pelo menos 30% dos veículos novos adquiridos pelos ministérios centrais e agências do governo local em cidades estratégicas fossem NEVs. A proporção necessária aumentou ao longo do tempo e se espalhou para mais cidades. Em 2015, o MoT, o MoF e o MIIT emitiram um regulamento conjunto exigindo que as províncias aumentassem anualmente a proporção de BEVs em suas frotas.

Finalmente, em 2020, o governo chinês apresentou o *New Energy Vehicle Industrial Development Plan for 2021 to 2035*⁶¹, que é o sucessor do plano apresentado em 2012 e estabelece novas metas de eletrificação para os próximos anos, como um aumento da parcela de NEVs comercializados, que devem representar 20% das vendas em 2025. O plano prevê ainda que a eletrificação completa das frotas públicas (incluindo transporte público) deve ser realizada até 2035, e que a tecnologia dominante deverá ser a de veículos elétricos à bateria.

Além das políticas pelo lado da demanda, a China criou uma série de políticas para ajudar as empresas chinesas de NEV a desenvolver ou adquirir tecnologias e aumentar a fabricação na China.

2. Suporte à P&D,I

Desde que passou a considerar o potencial da indústria de NEVs durante o 10º Plano Quinquenal, o governo chinês vem oferecendo grande suporte e financiamento para pesquisa e desenvolvimento de toda a gama de tecnologias associadas a esses veículos, principalmente aquelas relacionadas a baterias, motores, e sistemas de controle. Este financiamento veio principalmente do MoST (Ministério da Ciência e Tecnologia), mas outras agências governamentais centrais e locais e fundações de pesquisa também forneceram apoio ao longo dos anos.

Durante a primeira fase de apoio aos NEV dentro do escopo do *Project 863* e do 10º Plano Quinquenal (2001-2005), foram investidos cerca de ¥ 880 milhões (cerca de US\$ 108 milhões na cotação da época) em projetos de P&D e protótipos relacionados às três tecnologias de propulsão escolhidas no âmbito do programa *Three by Three Research and Development Strategy*: veículos híbridos, elétricos

⁵⁷ http://jjs.mof.gov.cn/zhengcefagui/202004/t20200423_3502975.htm.

⁵⁸ http://www.gov.cn/xinwen/2015-05/22/content_2866789.htm.

⁵⁹ http://www.gov.cn/zhengce/2015-10/09/content_5076250.htm.
http://www.gov.cn/xinwen/2018-12/10/content_5347391.htm.

⁶⁰ http://www.gov.cn/xinwen/2014-11/26/content_2783831.htm.

⁶¹ http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-11/02/content_5556716.htm.

movidos a célula de combustível e elétricos movidos a baterias). Esses projetos de P&D foram conduzidos conjuntamente por um grupo selecionado de empresas do setor, universidades e centros de pesquisa chineses, além de um pequeno número de cidades parceiras. Especificamente em relação aos ônibus elétricos, participaram a *Tsinghua University* e o *Beijing Institution of Technology* em colaboração com as empresas Foton e Beijing Bus (JIN et al., 2021).

A partir de 2006, já no escopo do 11º Plano Quinquenal, novos atores (universidades, empresas, cidades) foram incorporados ao Projeto 863, e os projetos de P&D em ônibus elétricos iniciados nos anos anteriores começaram a gerar os primeiros frutos concretos. Em 2007, foram apresentados 7 protótipos de ônibus elétricos e em 2008, durante as Olimpíadas de Pequim, foram introduzidos 50 ônibus elétricos movidos a baterias de íons de Lítio na cidade olímpica, fruto dos esforços coordenados de P&D iniciados com o Projeto⁶².

O Projeto 863⁶³ teve uma importância estratégica ao marcar o início da coordenação de esforços entre governo, indústria, universidades e centros de pesquisa, formando a base de geração de conhecimento, mudança tecnológica e coordenação de investimentos que possibilitou à China adquirir as competências tecnológicas e organizacionais necessárias para dar início à construção de uma indústria de NEVs e BEVs competitiva globalmente (JIN et al., 2021). Ao todo, foram investidos cerca de ¥ 2 bilhões em P&D através do programa (SONG et al., 2020).

A partir de 2010, o 12º Plano Quinquenal reservou um orçamento de ¥ 1,4 bilhão (cerca de US\$ 214 milhões) para projetos de P&D em NEVs. Contudo, nessa fase o foco principal desses projetos passa a ser o desenvolvimento de baterias avançadas. Em 2016, o governo lançou o documento *Mid- to Long-Term Development Plan for the Automotive Industry*⁶⁴ (Plano de desenvolvimento de médio e longo prazo para a indústria automotiva, em tradução livre), no qual o governo estabelece uma série de projetos de pesquisa para a indústria automotiva no médio e longo prazo, como o aprimoramento de componentes-chave desses veículos (sistemas eletrônicos de controle, sensores, chips, baterias, carregadores), métodos de modularização desses componentes, além da criação de centros de inovação para objetivos específicos de aprimoramento desses componentes que envolvam todos os atores da cadeia produtiva, além de centros de pesquisa e universidades. O documento também previa o aumento da realização de P&D com empresas e centros de pesquisa fora da China.

A trajetória de subsídios aos ônibus elétricos na China também foi marcada por alguns obstáculos importantes que evidenciam as fragilidades potenciais na estratégia de suporte total ao setor. Em 2016, a mídia independente chinesa revelou um escândalo nos programas de subsídios do governo: algumas fabricantes de ônibus elétricos foram pegas fraudando o sistema de subsídios destinados à compra desses veículos⁶⁵. Uma investigação profunda do governo revelou o uso de uma variedade de métodos fraudulentos para conseguir acesso aos subsídios, incluindo o registro de veículos incompletos, sem baterias ou com baterias usadas, uso de notas fiscais falsas e suborno às autoridades responsáveis por registrar os veículos, entre outras práticas.

Diante desse cenário, o governo chinês estabeleceu uma série de requisitos mínimos de performance e autonomia das baterias e dos veículos elegíveis para programas de subsídio e incentivos fiscais. Esses requisitos foram gradualmente elevados à medida em que foram reconhecidos os avanços tecnológicos nesses componentes. A partir de 2020⁶⁶, o requerimento mínimo para os ônibus elétricos elegíveis estabelecidos é de 200 Km de autonomia por carga, densidade energética de 135 watts-hora por quilograma, consumo de energia de 0,18 watts-hora por quilômetro por quilograma, além de tempo de

⁶² http://www.china.org.cn/olympics/news/2007-07/30/content_1218985.htm.

⁶³ http://www.most.gov.cn/ztlz/swkjjh/kjjhjj/200610/t20061021_36375.html.

⁶⁴ http://www.gov.cn/gongbao/content/2017/content_5230289.htm.

⁶⁵ <https://theicct.org/subsidy-fraud-leads-to-reforms-for-chinas-ev-market/>.

⁶⁶ <https://theicct.org/sites/default/files/publications/China%20NEV-policyupdate-jul2020.pdf>.

recarga de no mínimo 3C (em C-rates)⁶⁷. Além de conter as práticas fraudulentas, todos esses parâmetros têm sido importantes no sentido de aumentar a qualidade e performance dos veículos, e principalmente, para impulsionar o investimento contínuo em P&D por parte da indústria para atender às exigências cada vez maiores para a obtenção de subsídios e vantagens fiscais.

Em 2020, com a publicação do *New Energy Vehicle Industrial Development Plan for 2021 to 2035*⁶⁸ pelo NDRC, MIIT, MoST e MoF, o governo central anuncia uma nova rodada de subsídios para que os esforços em P&D sejam ampliados com a coordenação entre os diversos atores (empresas do setor, universidades, centros de pesquisa), agora com foco em tecnologias de montagem e integração dos veículos e sistemas e no aprimoramento de tecnologias de fabricação de componentes-chave com menor custo e maior desempenho, como chips automotivos, sistemas operacionais e de controle geral, motores e baterias avançadas, e sistemas de carregamento rápido⁶⁹. O objetivo geral é formar um ecossistema de fornecedores especializados e instituições de pesquisa de diversas áreas e em diversos níveis da cadeia produtiva, formando sinergias nos setores automotivo, de energia, transporte, informação e comunicação entre outros. Além disso, o governo enfatiza a coordenação de esforços para construir um sistema eficiente de reciclagem de baterias para reduzir a pressão sobre as reservas dos principais minerais estratégicos.

3. Incentivos à produção de acumuladores de energia

Durante a última década, o governo da China utilizou uma variedade de políticas e incentivos fiscais diferentes para elevar a produção doméstica de baterias e, em um segundo momento, também implementou instrumentos para melhorar a qualidade e o desempenho desses componentes.

Para a cadeia produtiva de baterias, a China implementou um instrumento tradicional de sua política industrial: a exigência de que, para serem comercializadas no país, as baterias teriam que ser produzidas internamente, e as empresas estrangeiras deveriam estabelecer *joint ventures* com empresas locais, o que garante tanto o aporte de investimento estrangeiro direto quanto a transferência de tecnologia e conhecimento (LUTSEY et al., 2018).

Embora a China tenha altos níveis de produção de células de bateria de íons de lítio, a percepção geral é de que esses componentes possuem qualidade inferior em relação às baterias produzidas em outros países, embora a qualidade esteja melhorando ao longo do tempo. Uma das razões desse diagnóstico era o grande número de pequenos produtores que produziam baterias de baixa qualidade e não possuíam recursos financeiros para investir em melhorias, mas que, juntos, detinham grande parte do mercado de baterias para NEVs. Além disso, a pulverização da produção também impedia grandes aumentos na escala produtiva, essenciais para reduzir os custos de produção (LUTSEY et al., 2018).

Diante desse diagnóstico, em 2016 o governo lançou o documento *Vehicle Power Battery Industry Standards*, em que estabelecia um volume mínimo de baterias a ser produzido (8 GWh) para que as empresas fossem qualificadas para receber subsídios do governo. Dessa forma, as empresas menores, sem capital humano e financeiro para investir em aumento de qualidade, não teriam acesso aos recursos do governo.

Outro instrumento utilizado para incentivar a produção de baterias de maior qualidade são incentivos fiscais direcionados para os produtores de determinadas tecnologias de baterias. Em 2015, por exemplo, o Ministério das Finanças (MoF) criou um imposto incidente sobre o consumo que é de 4%⁷⁰ para os fabricantes de baterias de chumbo-ácido vendidas no país, isentando os fabricantes de baterias avançadas (íons de lítio e hidreto metálico de níquel).

⁶⁷ A C-rate refere-se à taxa na qual uma bateria é carregada (ou descarregada) em relação à sua capacidade máxima. Uma taxa de 1C significa que a bateria é carregada (ou descarregada) totalmente em 1 hora. Para uma bateria com capacidade de 100 Amp-hrs, isso equivale a uma corrente de carga ou descarga de 100 Amps.

⁶⁸ http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-11/02/content_5556716.htm.

⁶⁹ <https://theicct.org/publication/chinas-new-energy-vehicle-industrial-development-plan-for-2021-to-2035/>.

⁷⁰ <https://news.metal.com/newscontent/100069233/china-announces-a-4-consumption-tax-on-lead-acid-batteries>.

Além desses incentivos, algumas das grandes fabricantes conseguem negociar benefícios específicos com o governo chinês. A fábrica de baterias da BYD em Shenzhen, por exemplo, conseguiu, além da isenção do imposto sobre o consumo, um aporte de ¥ 228 milhões (cerca de US\$ 35 milhões) do governo central para investimentos em P&D em baterias avançadas de íons de lítio. A BYD conseguiu ainda firmar um compromisso com o governo local de Shenzhen para receber ¥ 10 por kilowatt produzido para investir em programas de reciclagem de baterias. Já a fabricante CATL conseguiu negociar o aporte de ¥ 185 milhões (cerca de US\$ 28 milhões) do governo para a realização de pesquisas em baterias avançadas e tecnologias voltadas para os NEVs (LUTSEY et al., 2018).

4. Incentivos à produção e montagem de ônibus elétricos

Além das políticas de demanda e dos incentivos à pesquisa e desenvolvimento, o governo chinês também destinou uma série de recursos para a construção e ampliação das atividades produtivas relacionadas aos ônibus elétricos, na forma de subsídios diretos e linhas de financiamento.

Logo após os primeiros protótipos de ônibus elétricos serem apresentados durante a Olimpíada de Pequim, em 2008, o governo lançou, em 2009, o documento *Auto Industry Adjustment and Revitalization Plan* (Plano de Revitalização e Ajuste da Indústria Automotiva, em tradução livre), que estabeleceu as primeiras metas de produção de NEVs a serem atingidas até 2012: 5% das vendas de carros de passeio no país. Através desse programa, o governo destinou também ¥ 10 bilhões (US\$ 1,5 bilhão) para subsídios diretos e linhas de financiamento subsidiadas para apoiar a ampliação da capacidade produtiva, com especial atenção para a ampliação de capacidade produtiva em ônibus elétricos e outros veículos pesados.

Ainda em 2009, o governo lançou o documento *Notice on Implementing Energy Saving and New Energy Vehicle Pilot Program*, em que constavam os primeiros requerimentos técnicos para que fossem concedidos os subsídios para a compra dos ônibus elétricos, que poderiam chegar a ¥ 500.000 (cerca de US\$ 76.000) por veículo.

Em 2012, novas metas de produção de NEVs foram anunciadas pelo governo chinês através do documento *Energy-Saving and New Energy Vehicle Development Plan (2012–2020)*: 500.000 veículos elétricos até 2015 e 2 milhões de veículos até 2020. O documento também previa um aporte de ¥ 4 bilhões (cerca de US\$ 630 milhões) em subsídios para ampliação da capacidade produtiva de fornecedores de componentes e para o desenvolvimento de novos modelos (JIN et al., 2021). As grandes montadoras de veículos elétricos foram aquelas que mais usufruíram desses recursos: A BYD, grande fabricante de veículos elétricos leves e ônibus elétricos, recebeu ¥ 3,3 bilhões (cerca de US\$ 510 milhões) em subsídios oferecidos pelas diversas esferas de governo entre 2012 e 2016 (LUTSEY et al., 2018).

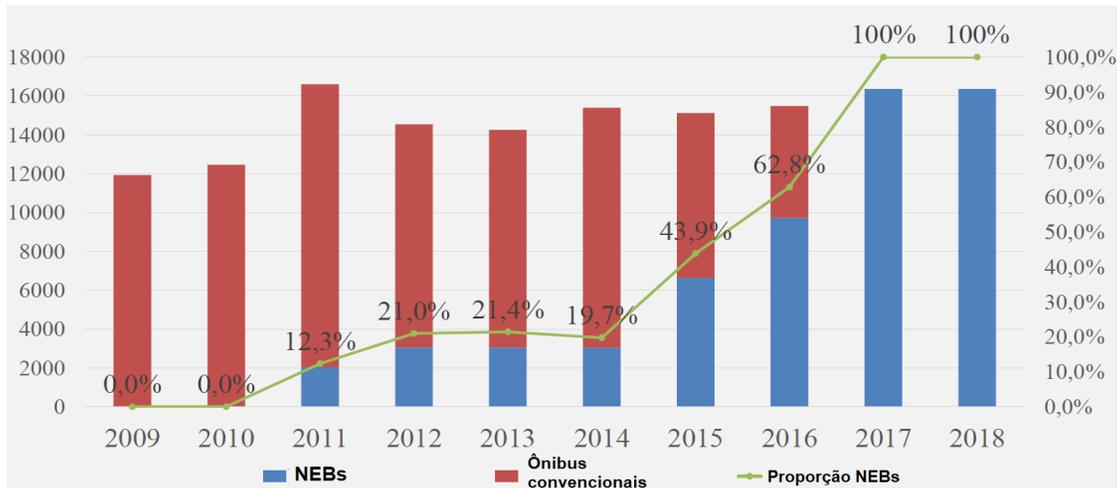
5. Incentivos para a produção local (nível regional) de componentes

A estrutura de incentivos aos ônibus elétricos em nível local (no caso da China, definido como nível municipal e regional) também é composta, principalmente, por subsídios financeiros para a compra dos veículos (complementares aos subsídios em nível nacional) e construção de infraestrutura de recarga (LUMIAO; ZHANHUI, 2020), bem como metas de eletrificação locais que acabam fornecendo incentivos significativos para a fabricação dos ônibus elétricos. Em geral, esses programas são complementares àqueles oferecidos pelo governo central, uma vez que na China o grau de independência entre as diversas esferas de governo não é tão significativo.

Não obstante, é possível identificar iniciativas relevantes em nível local, principalmente nas grandes metrópoles do país. Em Pequim, por exemplo, foi estabelecido que, a partir de 2020, apenas ônibus elétricos seriam permitidos de circular nas áreas centrais da metrópole. O governo local de Pequim, através da *Beijing Science and Technology Commission* (Comissão de Ciência e Tecnologia de Pequim) também financiou e coordenou importantes projetos de P&D em NEVs na região (SONG et al., 2020). Em Shanghai, foi estabelecido que 100% da frota de ônibus da cidade seria composta por NEVs

também a partir de 2020. Já Shenzhen, onde está localizada uma das grandes fábricas da BYD, a eletrificação foi concluída ainda em 2017 (Gráfico 6).

Gráfico 6
Eletrificação do transporte público em Shenzhen
(Em unidades e porcentagens)



Fonte: ITDP – Institute for Transportation and Development Policy (https://itdpbrasil.org/wp-content/uploads/2020/07/Webinar_ITDP_19.06_Operacionalizacao-de-frotas-eletricas_Shanshan-Li.pdf).

6. Incentivos produtivos utilizando baterias produzidas na China

De 2015 a 2018, a China implementou um programa de certificação de baterias que foi usado para impedir ou dificultar que baterias avançadas produzidas por empresas estrangeiras participassem de seu mercado de NEVs ou se beneficiassem dos vários incentivos pelo lado da demanda. Nesse sentido, a partir de 2015, o Ministério da Indústria e Tecnologia da Informação (MIIT) emitiu uma lista de baterias aprovadas para serem incluídas nos NEVs produzidos na China que seriam elegíveis para receber subsídios do governo. Essa lista não incluía, pelo menos nos primeiros anos, algumas das principais fabricantes estrangeiras, como a Panasonic, LG Chem e Samsung SDI, as últimas duas com atividades produtivas relevantes no país.

C. Resultados

A indústria chinesa de ônibus elétricos e componentes, bem como os seus índices de eletrificação nas principais regiões metropolitanas, são hoje utilizados como *benchmarking* e exemplo de política industrial bem-sucedida nesse setor, inclusive pelos países desenvolvidos da Europa e América do Norte. Essa indústria deve seu desenvolvimento a uma visão governamental claramente articulada e coordenada com os principais *stakeholders*, incluindo agentes públicos e privados do país, além de amplo financiamento público e toda uma gama de ferramentas políticas adicionais.

Até o momento, o desenvolvimento da indústria de NEV na China pode ser dividido em três etapas distintas (JIN et al., 2021; LUMIAO; ZHANHUI, 2020):

- i) Fase incipiente (meados dos anos 2000 até 2012): estabelecimento dos primeiros projetos de P&D e projetos-piloto em cidades selecionadas.

- ii) Fase de desenvolvimento do mercado interno e da indústria (2013-2016): aumento no número de cidades com projetos piloto, desenvolvimento do mercado de NEVs na China, investimento em infraestrutura de recarga.
- iii) Fase de amadurecimento e consolidação da indústria de e-bus (desde 2016): O que marca essa fase é o reconhecimento por parte do governo do amadurecimento da indústria e da necessidade de ajustes nos programas de incentivo para permitir que a indústria consiga seguir se desenvolvendo sem a necessidade da ajuda governamental. Nessa fase se dá o início da redução (*phase-out*) dos incentivos à indústria por parte do governo, incluindo a revogação de medidas protecionistas que protegiam a indústria da concorrência estrangeira⁷¹ e a colocação de exigências técnicas de desempenho dos ônibus elétricos e das baterias para a concessão de subsídios, o que elevou a qualidade dos veículos e retirou do mercado as empresas ineficientes que só sobreviviam graças à ajuda governamental. O aumento no número de cidades chinesas coordenando a eletrificação de suas frotas e o processo de internacionalização das principais empresas do setor contribuíram para o aumento significativo da escala produtiva.

Do ponto de vista da P&D, o sucesso do Projeto 863 proporcionou um ambiente inicial de aprendizado e geração de conhecimento que foi crucial para o nascimento da indústria de NEVs e BEVs no país, além de criar um ambiente de cooperação entre diversos atores (governo, universidades, empresas) que define, até hoje, a dinâmica de produção de conhecimento no setor. Hoje a China tem um bom desempenho em seu número de patentes em veículos elétricos e componentes.

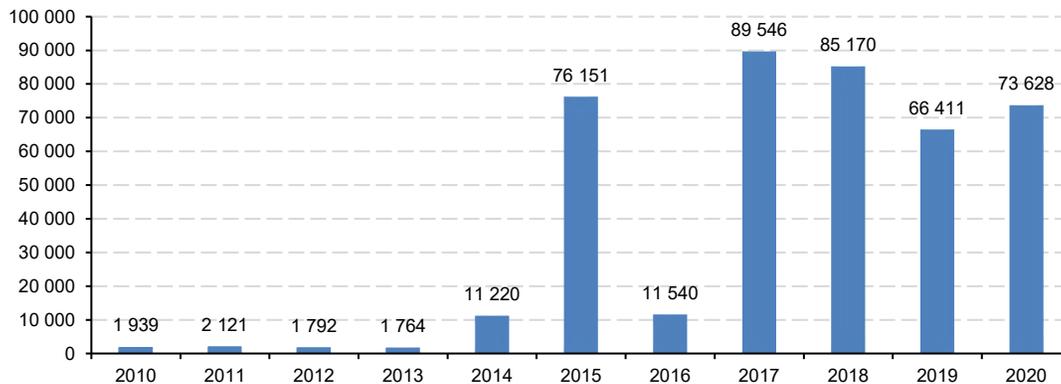
A China tem sido muito eficaz no preenchimento de lacunas na cadeia produtiva de baterias, mesmo aquelas para as quais o país não possui reservas muito significativas, graças aos esforços de investimentos no exterior para garantir o suprimento das matérias-primas estratégicas. Entretanto, a liderança nas etapas *midstream* (refino das matérias primas e fabricação das células) é o que difere o país de seus concorrentes, em relação à cadeia produtiva de baterias.

Contudo, a adoção de instrumentos de política que favorecem as empresas nacionais de forma pouco competitiva vem gerando tensões diplomáticas por causa da discriminação contra montadoras estrangeiras e fabricantes de baterias e da quantidade de subsídios muito acima daqueles utilizados por outros países, o que passa a impressão de que existe uma concorrência desleal entre as fabricantes chinesas e as de outros países e pode dificultar ou mesmo barrar a exportação e a produção dos ônibus elétricos chineses em mercados importantes como os EUA e a Europa (KENNEDY, 2018; THE WHITE HOUSE, 2021).

Esse fator pode ser tornar um grande obstáculo para a manutenção das vantagens competitivas da indústria de ônibus elétricos e baterias chinesas, dado que as grandes empresas internacionalizadas do país dependem crescentemente dos mercados externos para garantir o escoamento da produção e a rentabilidade das empresas: as vendas de ônibus elétricos no país já parecem dar sinais de estagnação após um pico de vendas em 2017 (Gráfico 7), uma vez que as grandes regiões metropolitanas do país já estão em processo avançado de eletrificação e a indústria do país depende cada vez mais das exportações para garantir o escoamento de sua produção.

⁷¹ <http://www.mofcom.gov.cn/article/b/ff/201806/20180602760432.shtml>.

Gráfico 7
Vendas de ônibus elétricos na China
 (Em unidades)



Fonte: Baseado em dados do Global EV Data Explorer.

D. Fatores de sucesso

A China apostou na indústria de veículos elétricos quando ainda havia muita incerteza e ceticismo em relação às oportunidades desses veículos. Pode-se atribuir essa decisão a um conjunto de motivações (KENNEDY, 2018): primeiro, pela dificuldade em competir com a indústria de veículos à combustão nos principais mercados, já que a indústria de regiões como a América do Norte, Europa e Japão possuía uma trajetória de desenvolvimento tecnológico e construção de marcas fortes que dificilmente poderia ser replicada pelas fabricantes chinesas. Em segundo lugar, o rápido crescimento da economia chinesa fez com que ela se tornasse, no início da última década, o maior importador de petróleo do mundo, além de ter que lidar com níveis de poluição do ar alarmantes nos principais centros urbanos e polos industriais.

A eletrificação do transporte foi a solução encontrada pelo governo do país para combater esses problemas. Nesse sentido, os veículos elétricos ofereciam a oportunidade de um novo mercado no qual as fabricantes chinesas poderiam se tornar mais competitivas, além de reduzir as pressões sobre a importação de petróleo e contribuir para a redução da poluição do ar nos grandes centros urbanos. Apesar disso, foi uma aposta arriscada numa época em que havia muito mais incerteza em relação à qual tecnologia se tornaria a dominante (algo que ainda não está totalmente definido), e mesmo um certo grau de ceticismo em relação ao desenvolvimento sustentável como principal motor da economia e da indústria, algo que tem se mostrado cada vez mais evidente.

Além do *timing* bastante acertado e da “aposta arriscada”, os principais fatores de sucesso da política industrial de e-bus na China incluem uma ação coordenada entre as diversas esferas de governo (local e central), Ministérios, universidades, centros de pesquisa, bem como associações industriais e empresas nacionais. Embora essa coordenação tenha sido articulada de forma bastante hierarquizada (*top-down*), os objetivos de política pública e as etapas foram claramente articuladas pelo poder central, que garantiu planejamento consistente e uma ampla gama de instrumentos e recursos públicos. Além disso, apesar da estrutura centralizada, o governo central conseguiu se adaptar continuamente, aprendendo com os resultados de cada etapa cumprida e com os erros que eventualmente foram identificados.

Essa coordenação é fruto do próprio modelo de governança do Estado chinês e dificilmente pode ser replicado em outros países. Contudo, também houve uma variedade de agendas concorrentes entre si (por exemplo, veículos elétricos versus híbridos ou célula de combustível) inclusive entre diferentes Ministérios e governos locais, o que indica que esse esforço de coordenação e o foco nos veículos elétricos é fruto de concessões por parte de vários *stakeholders* (KENNEDY, 2018).

O montante total que o governo chinês alega ter gastado nos programas de subsídios entre 2009 e 2016 é de ¥ 12,6 bilhões (US\$ 1,9 bilhão). Entretanto, estudos que consideram outros gastos do governo não incorporados na estimativa oficial apontam que, entre 2009 e 2017 estimam que as diversas esferas de governo na China gastaram mais de ¥ 320 bilhões (US\$ 48,3 bilhões) em uma ampla gama de incentivos (incentivos fiscais, compras públicas, subsídios para P&D e infraestrutura de apoio) para o desenvolvimento da indústria de NEV, o que equivale a 42,4% da receita de vendas totais desses veículos durante o mesmo período (KENNEDY, 2018).

Com isso, pode-se dizer que a China foi muito além do apoio político convencional, sendo inclusive acusada pelo governo americano e outros governos de utilizar práticas que "(...) envolvem políticas ambientais questionáveis, distorção de preços por meio de empresas estatais para minimizar a concorrência e grandes subsídios em toda a cadeia de fornecimento de baterias" (THE WHITE HOUSE, 2021, p. 86, tradução nossa). Apesar disso, o país segue como líder absoluto tanto na produção de ônibus elétricos e baterias, como nos esforços de eletrificação dos principais centros urbanos, o que demonstra que a estratégia chinesa tem sido bem-sucedida, pelo menos até o momento.

A seguir resume os instrumentos discutidos para o caso chinês:

Quadro 4
Resumo das políticas de incentivo à cadeia produtiva de e-bus na China

Política	Relação com a cadeia produtiva de e-bus	Instrumentos utilizados	Natureza	Início	Término
Project 863	Programa de investimento em P&D e coordenação dos esforços nacionais	Subsídios diretos	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I)	2001	2016
"Three by Three Research and Development Strategy"	Coordenação dos esforços de P&D	Roadmap	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I)	2001	2006
The Thousands of Vehicles, Tens of Cities	Programa de subsídios para eletrificação do transporte em cidades selecionadas	Subsídios diretos	Estímulo ao Consumo	2009	-
Auto Industry Adjustment and Revitalization Plan	Metas de produção, incentivos fiscais e subsídios diretos	Subsídios diretos	Estímulo à Produção Nacional	2009	2012
Auto Industry Adjustment and Revitalization Plan	Metas de produção, incentivos fiscais e subsídios diretos	Subsídios fiscais	Estímulo à Produção Nacional	2009	2012
Auto Industry Adjustment and Revitalization Plan	Metas de produção, incentivos fiscais e subsídios diretos	Metas de produção	Estímulo à Produção Nacional	2009	2012
Notice on Implementing Energy Saving and New Energy Vehicle Pilot Program	Requerimentos técnicos para a concessão de subsídios	Regulação dos programas de subsídio	Estímulo à Produção Nacional	2009	2016
Energy-Saving and New Energy Vehicle Industry Plan for 2012 to 2020	Metas de eletrificação de transporte no país, subsídios para ampliação da capacidade produtiva	Programa de metas	Planejamento & Governança	2012	2020
Guiding Opinions on Accelerating the Popularisation and Application of New Energy Vehicles	Metas de construção de infraestrutura, suporte, pesquisa, subsídios e benefícios fiscais	Programa de metas	Planejamento & Governança	2014	2020
Made in China 2025	Metas de produção e participação no comércio global de NEVs e baterias	Programa de metas	Planejamento & Governança	2015	2025

Política	Relação com a cadeia produtiva de e-bus	Instrumentos utilizados	Natureza	Início	Término
Notice on Improving the Promotion of the Adoption of Urban Bus Refined Oil Price Subsidy Policy to Accelerate the Promotion and Adoption of NEV	Transferência de subsídios de combustíveis fósseis para e-bus	Subsídios diretos	Estímulo ao Consumo	2015	-
Mid- to Long-Term Development Plan for the Automotive Industry	Programa de investimento em P&D e coordenação dos esforços nacionais	Projetos de P&D e metas de inovação	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I)	2016	2025
Vehicle Power Battery Industry Standards	Revisão dos programas de subsídio do governo para baterias	Regulação dos programas de subsídio	Estímulo à Produção Nacional	2016	-
Imposto sobre o consumo - baterias de chumbo-ácido	Estímulo à produção de baterias avançadas	Incentivos fiscais	Estímulo ao Consumo	2016	-
New energy vehicle (NEV) mandate policy	Revisão dos programas de subsídio do governo	Subsídios diretos	Estímulo ao Consumo	2018	2022
New Energy Vehicle Industrial Development Plan for 2021 to 2035	Metas de eletrificação de transporte no país, programas de subsídio, coordenação da P&D	Metas de produção	Planejamento & Governança	2020	2035
New Energy Vehicle Industrial Development Plan for 2021 to 2036	Metas de eletrificação de transporte no país, programas de subsídio, coordenação da P&D	Subsídios diretos	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I)		
New Energy Vehicle Industrial Development Plan for 2021 to 2037	Metas de eletrificação de transporte no país, programas de subsídio, coordenação da P&D	Subsídios diretos	Estímulo à Produção Nacional		
A Notice on Optimizing Fiscal Subsidies for Promoting New Energy Vehicles	Revisão dos programas de subsídio do governo	Incentivos fiscais	Estímulo ao Consumo	2020	2022
Isonção de impostos para as grandes fabricantes	Estímulo à produção de ônibus e baterias avançadas	Incentivos fiscais	Estímulo à Produção Nacional	-	-
Programas de metas e subsídios em nível regional/local	Políticas locais complementares aos programas nacionais	Subsídios diretos, regulações, projetos de P&D	Todos	-	-

Fonte: Elaboração própria.

III. Políticas industriais e arcabouço institucional para e-bus na Holanda

A. Introdução

Na Holanda, o poder público, nas mais diferentes esferas, tem sido responsável por produzir um contexto institucional favorável para o desenvolvimento da mobilidade elétrica, tanto por meio de acordos e consórcios (nacionais e internacionais) quanto pela concessão de subsídios para compra de VEs.

No que diz respeito à eletrificação do transporte público, a Holanda coloca-se como um dos países com maior número de ônibus elétricos da Europa. Segundo o Sustainable Bus (2020), a Holanda ultrapassou 1.000 ônibus elétricos em operação.

No ano de 2020, 81% dos ônibus urbanos registrados foram classificados como zero emissões (445 de 550), envolvendo veículos elétricos, híbridos e movidos a hidrogênio, dos quais a grande maioria são considerados elétricos puros conforme Chatrou CME Solutions (2020). Cabe destacar que, se considerarmos a somatória desses três tipos de tecnologia, a Holanda é a que apresenta o maior percentual de ônibus com energias “limpas”.

Em relação às especificidades do modelo operacional, as empresas de transporte competem entre si em processos licitatórios pelo direito de fornecer transporte na região por um longo período, entre 8 e 10 anos.

As operações da cidade em Amsterdã, Roterdã e Haia são executadas por operadores de transporte municipal terceirizados. Os operadores são responsáveis por fornecer e financiar seus próprios ônibus, que são próprios ou arrendados. As instalações do depósito são alugadas da autoridade ou do anterior concessionário.

Sob a ótica do fornecimento de ônibus elétricos na Holanda, as duas maiores empresas são de capital nacional. Em primeiro lugar, aparece a VDL com 486 ônibus elétricos. Em segundo lugar, com 110 ônibus, está a Ebusco, que desenvolve e projeta seus ônibus elétricos de forma totalmente independente na Holanda. Vale destacar que, nesses dois casos, apesar de os componentes dos ônibus serem de origem europeia, a montagem ocorre na China. Em terceiro lugar encontra-se a fabricante francês Heuliez com 49 ônibus, seguida pela chinesa BYD com 44 ônibus.

Ainda em relação ao enquadramento do contexto, no âmbito da cadeia produtiva dos ônibus elétricos, a Holanda também se encontra em um esforço para o desenvolvimento de tecnologias ancoradas no hidrogênio. Dito isso, os ônibus elétricos movidos por células de combustíveis (fuel cell) são considerados uma das possíveis arquiteturas para a descarbonização do setor de transportes no país (Netherlands Enterprise Agency, 2021).

De fato, existem inúmeras organizações holandesas atuando no setor de energia de hidrogênio. Mas, destacamos aqui, a atuação da empresa HyMove cujo foco é o fornecimento de sistema de células de combustível de hidrogênio para alimentar aplicações pesadas, como ônibus de transporte público, caminhões, barcos e equipamentos portuários.

Por fim, destacamos o foco na expansão da infraestrutura de recarga promovida pelo governo holandês. Segundo os dados do ICCT (2021), entre os mercados da Europa, a Holanda possui o maior número de carregadores públicos e o menor número de veículos elétricos por carregador público.

Ainda sob essa perspectiva, o país conta com a Agenda Nacional de Infraestrutura de Carregamento, desenvolvida no âmbito do Acordo Nacional do Clima, em 2019, cujo objetivo é apresentar as ambições e ações para o desenvolvimento da infraestrutura de carregamento na Holanda.

B. Políticas industriais e arcabouço institucional

1. Contexto e panorama geral das políticas pró e-bus naquele país

Na Holanda, o Acordo Administrativo sobre Ônibus com Emissão Zero (*Bestuursakkoord Zero Emissie Bussen*, BAZEB), assinado entre 14 Autoridades do Transporte Público (PTAs) e o Ministério da Infraestrutura e Gestão da Água, em 2015, é considerado um grande marco para direcionar a indústria dos ônibus elétricos. O BAZEB especificou que todos os ônibus recém-adquiridos devem ter emissão zero a partir de 2025 e, a partir de 2030, todos os ônibus em uso devem ser zero emissão. Ainda, como parte do processo de contratação pública, os contratos de ônibus devem ser concedidos apenas aos operadores que atendam ou excedam essas metas. Assim, o objetivo é garantir que a transição para o transporte de ônibus com emissão zero não seja às custas do passageiro e, portanto, dos serviços no transporte regional de ônibus.

Dois outros marcos regulatórios fortalecem a narrativa a favor dos ônibus zero emissão: “*Integrated National Energy and Climate Plan: 2021-2030*” e o *National Climate Agreement* (2019). Em ambos os planos, o governo prevê um papel importante para o hidrogênio como transportador de energia no transporte pesado, como caminhões e ônibus de transporte público.

Por fim, também é importante destacar o famoso mecanismo Green Deal, introduzido pelo governo federal, pelo qual as empresas, organizações da sociedade civil, governos locais e regionais firmam um acordo mútuo ou convenio de direito privado sobre um determinado tema com aderência à sustentabilidade. Essencialmente, o acordo define com precisão a iniciativa, as ações e as contribuições dos envolvidos.

Um exemplo é o Acordo Verde 153. No âmbito deste acordo, entre 2012 e 2016, por meio de uma parceria entre a província Noord-Brabant, Província de Limburg e a *Zero Emission Bus Transport Foundation*, foi realizado um projeto-piloto para substituir a frota completa de ônibus a diesel por ônibus com emissão zero nas províncias.

O projeto foi financiado pelo programa ELENA, da Comissão Europeia e do Banco Europeu de Investimento (BEI), que apoia projetos e programas de eficiência energética, energia renovável distribuída e transporte urbano.

Um dos principais resultados do projeto foi o desenvolvimento de um sistema de apoio à tomada de decisão (Análise de Custo Total de Propriedade).

2. Suporte à P&D,I

Embora a Holanda seja considerada um país progressista, sobretudo em relação ao desenvolvimento da mobilidade elétrica, ainda são poucas as iniciativas de suporte à P&D e Inovação em relação cadeia de ônibus elétricos.

Não obstante, merece destaque a chamada *Electric Mobility Europe Call 2016*, fruto de uma parceria entre a Comissão Europeia, *European Green Vehicles Initiative Association* e os países e regiões europeias para promover e avançar ainda mais a mobilidade elétrica. No âmbito desta chamada, foram aprovados dois projetos relacionados aos ônibus elétricos: *COSTART e-bus* e *Cloud Your Bus*" (CYB).

O projeto *COSTART e-bus* foi elaborado com a finalidade de desenvolver uma estratégia abrangente para acelerar a integração de ônibus elétricos aos sistemas de transporte público existentes.

Enquanto o programa "*Cloud Your Bus*" (CYB) tem como propósito reduzir os riscos e custos das operações de ônibus com emissão zero. Sob o escopo do projeto, desenvolveu-se um hub de dados online que fornece dados em tempo real dos e-Bus e dos pontos de carregamento para OEMs, operadores de ônibus, provedores de infraestrutura de carregamento e soluções de planejamento operacional. Este programa de pesquisa e inovação é fruto de um consórcio entre a empresa de IoT (Sycada), de tecnologias (ICRON), empresa de engenharia de projetos e fabricação (Owasys) e A Universidade Técnica de Eindhoven (TU/e).

3. Incentivos à produção de acumuladores de energia

Mais recentemente, ao final de 2021, foi firmado um consórcio entre Empresas holandesas, institutos de conhecimento e associações industriais para o desenvolvimento de um novo programa de inovação chamado *Battery Competence Center*. As partes colaboradoras desejam construir conhecimentos e competências no campo da tecnologia de baterias, bem como fortalecer a posição competitiva da indústria manufatureira holandesa.

No âmbito deste programa de inovação, foram desenvolvidos dois projetos: *REACT-EU Project* e o *Green Transport Delta-Elektrificatie*.

O projeto REACT-EU, com duração prevista entre 1 de setembro de 2021 até 30 de outubro de 2023, visa acelerar o desenvolvimento de competências técnicas e construir uma cadeia de abastecimento de baterias/sistemas, realização de testes e simulações e através de atividades de montagem/produção. Em termos concretos, o conhecimento adquirido ajudará a melhorar os conjuntos de baterias e as linhas de montagem piloto em preparação para a produção de baterias em série em 2023.

O projeto React-EU é financiado pelo programa de subsídios do REACT-EU (€ 2,4 milhões) e pela Província Noord-Brabant, além de contar com um adicional das partes envolvidas (€ 2,3 milhões). Importante ressaltar que o fundo foi criado contexto da crise do coronavírus para ajudar na recuperação verde, digital e resiliente da economia.

O projeto *Green Transport Delta-Electrification*, projetado para ocorrer entre 1º de outubro de 2021 até 31 de dezembro de 2024, vislumbra o desenvolvimento de um ecossistema robusto de baterias na Holanda. Sob a liderança da VDL Nedcar, os parceiros do projeto estão trabalhando para o desenvolvimento de:

- Produção flexível e escalável de pacotes e módulos de baterias;
- Sistema de gerenciamento de baterias aprimorado, de acordo com a legislação e regulamentos futuros e a criação de um National Battery Passport.
- Carregador modular bidirecional de 1 megawatt. Incluindo integração com sistemas de gestão de energia e planejamento de frota com base em variáveis, quais sejam: exigência de cobrança, localização, produção local de energia, custos de energia e acordos contratuais com fornecedores de energia.
- Contêiner certificado para armazenamento e transporte seguro de baterias que atendam aos requisitos de transporte (ADR) e aos requisitos de armazenamento mais recentes (PGS37).
- Projeto de uma linha de reciclagem de baterias, em larga escala, para o processamento de baterias em fim de vida (EoL).

4. Incentivos à produção e montagem de ônibus elétricos

O governo holandês também conta com incentivos fiscais que podem ser utilizados pelas empresas na produção de ônibus elétricos e ônibus a hidrogênio, quais sejam: Subsídio de Investimento Ambiental (MIA) e Depreciação Aleatória de Investimentos Ambientais (VAMIL).

Essencialmente, por meio do MIA e o VAMIL, dois esquemas diferentes, mas muitas vezes combinados, os empresários podem deduzir parte dos custos de investimento dos lucros fiscais de suas empresas. Ambos os esquemas usam uma lista comum, chamada de Lista de Meio Ambiente (Milieulijst), a qual possui os ativos empresariais que são elegíveis receber dedução fiscal (MIA e/ou VAMIL). No caso dos ônibus elétricos, o ativo da empresa se qualifica para um máximo de € 300.000 do valor do investimento para dedução de investimento ambiental e depreciação arbitrária de investimentos ambientais.

A cidade de Amsterdã, a partir de 5 de dezembro de 2019, passou a fornecer subsídios de até € 40.000 para uma van, caminhão ou ônibus elétrico (dependendo da classificação do veículo, tamanho e peso).

Também existem programas de subsídio e apoio à inovação para auxiliar no desenvolvimento da indústria de ônibus elétricos. Nessa perspectiva, destaca-se o Programa de Crédito à Inovação para ajudar as empresas e as start-ups a se tornarem mais inovadoras e sustentáveis. Em 2016, por exemplo, a Ebusco, empresa produtora de ônibus elétricos holandesa, utilizou esse programa de crédito para o desenvolvimento dos ônibus urbanos solicitados pela cidade de Paris.

5. Incentivos para a produção local (nível regional) de componentes

Conforme apontado na seção acima, as empresas que desejam investir em inovações tecnológicas sustentáveis podem se beneficiar de um regime fiscal, por meio do esquema de Dedução de Investimento Ambiental (MIA) e Depreciação Arbitrária de Investimentos Ambientais (Vamil).

Essencialmente, esses incentivos podem ser aplicados ao desenvolvimento de carregamento, a saber:

- Por meio do MIA, as empresas podem receber uma dedução de investimento de até 36% do valor investido em um ponto de recarga.

- VAMIL oferece às empresas a possibilidade de depreciar 75% dos custos de investimento de um ponto de carregamento.

6. Incentivos produtivos utilizando baterias produzidas na China

Até o momento, não foram encontrados incentivos relacionados.

C. Resultados

Desde 2015, momento em que as autoridades do transporte público (PTAs) e o Ministério da Infraestrutura e Gestão da Água definiram a meta de atingir 100% de ônibus com emissão zero até 2030, o mercado holandês de ônibus elétricos tem apresentado um crescimento substancial.

Entretanto, na Holanda, diferentes de outros países cujo desenvolvimento da indústria de ônibus elétrico progride devido ao planejamento direto do governo central, a empreitada é liderada por uma soma de resultados entre as licitações de transporte público regionais e expectativas realistas das autoridades de transporte público.

Para estimular iniciativas de transporte sustentável, os PTAs introduziram recompensas aos operadores que oferecem ônibus limpos nas licitações, como a prorrogação dos contratos vigentes.

De uma forma geral, identificamos que o governo holandês tem dado mais atenção às questões relacionadas ao desenvolvimento de uma infraestrutura de recarga robusta e a interoperabilidade. Pois, a crescente pressão sob a capacidade da rede é um dos principais desafios que estão à frente.

Em suma, embora seja possível identificar alguns avanços importantes principalmente em relação à produção de acumuladores de energia, além de programas fiscais e subsídios de apoio à inovação, Holanda ainda carece de uma política industrial mais robusta com incentivos produtivos utilizando baterias produzidas na China, por exemplo.

D. Fatores de sucesso

Entende-se que a eletromobilidade é o caminho para reforçar a posição econômica da Holanda, uma vez que o campo do conhecimento se encontra bastante consolidado no país.

No que se refere ao desenvolvimento da cadeia produtiva de e-buses, embora os subsídios concedidos para a exploração/produção da nova tecnologia sejam relativamente tímidos sobretudo quando olhamos para outras economias maduras, a exemplo da China e dos EUA, a Holanda desponta como um dos principais e maiores mercados de ônibus elétricos da Europa.

Parte desse sucesso é devido a definição de metas concretas para aquisição de e-buses. Essa sinalização por parte do governo federal é considerada um estímulo à demanda, de forma a garantir maior segurança para todos os players envolvidos no ecossistema dos ônibus elétricos.

Um segundo fator de sucesso que deve considerado são os esforços dos países em produzir baterias nacionais, pois entende-se que a capacidades das baterias ainda são um dos principais dos gargalos para maior adoção dos e-buses. A criação do *Battery Competence Center*, consórcio entre Empresas holandesas, institutos de conhecimento e associações industriais, deve alavancar a produção de baterias no país, bem como reforça e fortalece a posição competitiva do governo e indústria holandesa no processo de transição energética.

Por último, o governo holandês não tem se limitado a explorar apenas uma rota tecnológica para a descarbonização do setor de transportes. Existem muitas iniciativas e ações voltadas para o desenvolvimento do hidrogênio, o qual é visto como uma das soluções sobretudo para o transporte público coletivo e para os caminhões.

A quadro 5 resume as principais políticas analisadas no âmbito da Holanda:

Quadro 5
Resumo das políticas de incentivo à cadeia produtiva de e-bus na Holanda

Política	Relação com a cadeia produtiva de e-bus	Instrumentos utilizados	Natureza	Início	Término
Green Deal	Acordo 153: Projeto-Piloto para substituição de ônibus a diesel por elétricos.	Programa Voluntário	Estímulo ao Consumo	2012	2016
Bestuursakkoord Zero Emissie Bussen (BAZEB)	Concessionárias holandesas de transporte público concordaram que a partir de 2025 todos os novos ônibus de transporte público terão emissões zero.	Programa de metas	Planejamento & Governança	2016	2025
Mission Zero	Ônibus devem estar 100% livres de emissões até 2030.	Programa de metas	Estímulo à Produção Nacional	2019	-
National Climate Agreement e Integrated National Energy and Climate Plan: 2021-2030	hidrogênio como transportador de energia no transporte pesado, como caminhões e ônibus de transporte público.	Programa de metas	Planejamento & Governança	2019	-
Electric Mobility Europe Call 2016	Programa de investimento em projeto integração de ônibus elétricos aos sistemas de transporte público existentes e redução dos custos de operação.	Subsídios diretos	Estímulo ao Consumo	2016	-
Battery Competence Center.	Programa de investimento em no desenvolvimento de baterias para ônibus, caminhões e navios.	Subsídios diretos	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I)	2021	-
Política	Relação com a cadeia produtiva de e-bus.	Instrumentos utilizados	Natureza	Início	Término
Subsídio de Investimento Ambiental (MIA)	Ônibus a hidrogenia e elétrico, bem como infraestrutura de recarga entraram na lista em 2019.	Incentivos fiscais	Estímulo ao Consumo & Produção Nacional	2019	-
Depreciação Aleatória de Investimentos Ambientais (VAMIL).	Ônibus a hidrogenia e elétrico, bem como infraestrutura de recarga entraram na lista em 2019.	Incentivos fiscais	Estímulo ao Consumo & Produção Nacional	2019	-
Programa de Crédito à Inovação	Para ajudar as empresas e as start-ups a se tornarem mais inovadoras e sustentáveis. Em 2016, por exemplo, a Ebusco, empresa produtora de ônibus elétricos holandesa, utilizou esse programa de crédito para o desenvolvimento dos ônibus urbanos solicitados pela cidade de Paris.	Programa de Crédito	Estímulo à Produção Nacional	-	-
Políticas locais complementares aos programas nacionais	Amsterdã - Políticas locais complementares aos programas nacionais.	Subsídios diretos	Estímulo ao Consumo	-	-

Fonte: Elaboração própria.

IV. Políticas industriais e arcabouço institucional para e-bus no México

A. Introdução

Segundo dados do E-bus Radar⁷², a frota de ônibus elétricos mexicana atual é de 48 veículos, sendo 38 ônibus midi (8 a 11 metros) e 10 ônibus articulados (>18 metros), representando 0,28% da frota de ônibus total do país (17.191 veículos). Esse percentual aumenta para 3,23% caso se considere também os 556 trólebus em circulação no país. O distrito de Guadalajara dispõe dos 38 e-bus midi, todos fabricados pela chinesa Sunwin, enquanto a Cidade do México possui 10 ônibus articulados como parte da linha *Eje 8 Sur*, fabricados pela também chinesa Yutong, que também fornece trólebus para a cidade.

Em relação à produção, recentemente a Volvo anunciou que está fazendo testes com seu modelo elétrico 7900 Electric bus fabricado na Polônia⁷³, mas que será fabricado na fábrica da montadora em Tultitlán, embora ainda incerteza em relação à competitividade desses ônibus em relação aos competidores chineses⁷⁴. Mais recentemente, a Scania México assinou sua assinatura ao projeto ZEBRA (*Zero Emission Bus Rapid-Deployment Accelerator*), através do qual a empresa se compromete a reduzir as emissões de seus produtos, e anunciou que irá iniciar a venda de um ônibus elétrico desenvolvido especialmente para o contexto local ainda em 2022, embora não tenha dado detalhes sobre a produção dos veículos⁷⁵.

⁷² <https://www.ebusradar.org>.

⁷³ <https://www.volvobuses.com/en/news/2021/apr/first-electric-bus-in-mexico.html>.

⁷⁴ <https://busworldlatinamerica.org/en/news/volvo-looking-bodyworkers-e-buses-it-expects-sell-mexico>.

⁷⁵ <https://www.sustainable-bus.com/electric-bus/scania-mexico-electrification-zebra/>.

Dentre as empresas mexicanas de ônibus elétricos estão a DINA, que fabrica um trólebus híbrido atualmente em operação na Cidade do México e Guadalajara. Em 2022, a empresa Link EV anunciou a construção de uma fábrica de veículos elétricos, incluindo e-bus, no Estado de Puebla, que já conta com fábricas da Volkswagen e Audi e uma vasta cadeia de suprimentos⁷⁶.

O México possui algumas fabricantes de componentes para ônibus elétricos: A Eberspaecher Mexico, por exemplo, fabrica aparelhos de ar-condicionado específicos para os e-bus, e pretende exportar para outros países da América Central e América do Norte⁷⁷.

B. Políticas industriais e arcabouço institucional

1. Contexto e panorama geral das políticas pró e-bus naquele país

Em 2018, o governo mexicano, através da *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales* - SEMARNAT (Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Naturais) anunciou a elaboração de um plano nacional de eletromobilidade (*Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica Visión 2030*) visando estabelecer metas e propor estratégias para a eletromobilidade no médio e longo prazo. Dentre os objetivos do plano está o apoio à eletrificação do transporte público através da compra de ônibus elétricos como alternativa para a substituição dos ônibus convencionais mais antigos, bem como a elaboração de planos piloto em cidades selecionadas e a implementação de infraestrutura de recarga nos grandes centros urbanos.

Outro objetivo da Estratégia Nacional de Mobilidade é promover a indústria de veículos híbridos e elétricos, embora o documento não faça nenhuma referência aos veículos pesados, como os ônibus elétricos.

Não obstante, a eletrificação do transporte não é mencionada em outros documentos de planejamento governamental de médio prazo, como o *Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024* (Plano Nacional de Desenvolvimento) (Carrillo et al., 2020). Além disso, os programas de redução de emissões (ProAire) também mencionam a necessidade de um transporte mais "sustentável", embora também não façam menção direta à eletromobilidade.

A falta de políticas fiscais e programas de subsídio à compra dos veículos e à construção de infraestrutura de apoio é frequentemente citada por *stakeholders* como um fator que desestimula a demanda por ônibus elétricos e dificulta a transição rumo a eletrificação do transporte público no país⁷⁸. Um argumento recorrente para a falta de políticas de incentivo é a pouca familiaridade de muitos governos latino-americanos com esses veículos e os benefícios potenciais que a eletrificação pode trazer para as grandes metrópoles⁷⁹.

2. Suporte à P&D,I

Até o momento, os projetos voltados para a P&D no México são bastante pontuais. Recentemente, por exemplo, o grupo Mercedes fez a doação de um chassi de ônibus elétrico para o *Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey* para que os estudantes se familiarizem com a tecnologia⁸⁰.

3. Incentivos à produção de acumuladores de energia

O México possui uma posição bastante privilegiada em relação à cadeia produtiva de lítio, um dos principais componentes das baterias avançadas, pois possui reservas significativas do metal, além de grande proximidade com o mercado norte americano. Em 2022, o governo aprovou a nacionalização

⁷⁶ <https://mexicobusiness.news/automotive/news/link-ev-build-us265-million-plant-puebla>.

⁷⁷ <https://www.sustainable-bus.com/components/eberspaecher-air-conditioning-e-buses-mexico/>.

⁷⁸ <https://mexicobusiness.news/automotive/news/electric-public-transportation-may-be-decades-away>.

⁷⁹ <https://www.tecma.com/manufacture-lithium-batteries-in-mexico/>.

⁸⁰ <https://busworldlatinamerica.org/en/news/mercedes-benz-donate-chassis-itesm-mexico-electric-bus-project>.

das atividades de mineração e exploração do lítio no país⁸¹. Entretanto, ainda faltam incentivos para o desenvolvimento da cadeia produtiva de baterias no país⁸², o que faz com que essa posição privilegiada não seja aproveitada até o momento.

4. Incentivos à produção e montagem de ônibus elétricos

Até o momento, não existem programas de incentivo fiscal ou subsídios para a manufatura de e-bus, o que vem sendo mencionado por representantes de fabricantes como uma barreira à manufatura de e-bus no país⁸³. Diante desse cenário, as montadoras interessadas vem buscando negociar benefícios diretamente com o governo, mas até o momento nada nesse sentido foi divulgado na mídia.

Em tempo, a Cidade do México possui um programa de eletromobilidade do transporte urbano baseada em uma frota de trollebus desde os anos 1950 e que chegou a operar em 18 linhas em 2007, embora essa frota tenha se reduzido significativamente desde então pela falta de planejamento e investimentos (Carrillo et al., 2020). O *Plan Estratégico de Movilidad de la Ciudad de México* estipula a introdução de uma linha de ônibus de emissão zero até 2024, além de expandir a frota de trolleybus.

5. Incentivos para a produção local (nível regional) de componentes

A pesquisa não identificou qualquer política ou instrumento para esse escopo.

6. Incentivos produtivos utilizando baterias produzidas naquele país

A pesquisa não identificou qualquer política ou instrumento para esse escopo.

C. Resultados

De forma geral, nas últimas duas décadas o México implementou projetos de mobilidade elétrica com foco no transporte público via aplicação de trólebus. Como alvos destes projetos estão a mitigação do problema de trânsito pelo sistema de mobilidade individual, bem como a diminuição da poluição do ar gerada por veículos de forma geral.

Os programas existentes foram capitaneados por atores públicos: Secretaria da Mobilidade (SEMOVI), o Secretaria do Meio Ambiente (SEDEMA) e o Serviço de Transporte Elétrico (STE).

A frota de trólebus começou a ser renovada em 2019 na Cidade do México. A municipalidade pretende ter 500 novas unidades até 2024. Atualmente a frota é de 337 ônibus elétricos na sua totalidade do tipo trólebus (há um piloto com um ônibus BEV, somente).

Viu-se também que, no caso mexicano, há uma ausência de instrumentos direcionados à cadeia produtiva de ônibus elétricos. As medidas identificadas se posicionam no âmbito do plano nacional para eletromobilidade cujo foco é na introdução e fortalecimento da demanda, ou seja, a para aquisição de novos ônibus. Não obstante, mesmo os instrumentos de demanda ainda não estão articulados. Trata-se, portanto, de indicativos de intenção por parte do governo em investir nessas tecnologias, mas que ainda não se traduziram em instrumentos concretos.

Por outro lado, deve-se ponderar que a proximidade geográfica e econômica do México com os Estados Unidos e a já existente relação de cadeia produtiva de fornecimento entre os dois países pode ser um fator estratégico para que o México se torne um fornecedor automotivo de componentes para o ônibus elétricos voltados para o mercado dos Estados Unidos embora até o momento não existam iniciativas nem movimentações expressivas nesse sentido.

⁸¹ <https://www.mining.com/mexico-passes-mining-reform-nationalizing-lithium/>.

⁸² <https://www.tecma.com/manufacture-lithium-batteries-in-mexico/>.

⁸³ <https://www.economista.com.mx/empresas/Volvo-se-prepara-para-producir-autobuses-electricos-en-Mexico-20210623-0055.html>.

D. Fatores de sucesso

De fato, ainda não é possível dissertar sobre fatores de sucesso no caso do México, pelo fato deste país ainda não ter uma definição clara se irá atuar na cadeia produtiva de ônibus elétricos. Como a pesquisa revelou, não há uma política ou conjunto de políticas concretas direcionadas a fortalecer ou construir a cadeia e seus elos; em síntese, o país carece de qualquer instrumento nessa direção.

Contudo, o plano nacional mapeado e as metas em prol da descarbonização dos transportes podem ser entendidos como potenciais alavancadores para esta cadeia: são sinais regulatórios/governamentais relevantes para a cadeia ao apontar que o país deseja seguir a trajetória de implementação e difusão da eletrificação também. Com estas sinalizações em curso, pode-se interpretar um contexto mais favorável de investimentos para cadeia, sob o ponto de vista dos investidores, que possa vir acontecer nos próximos anos.

A partir dos dados disponíveis, não é possível identificar, até o momento, se o México conseguirá construir uma cadeia produtiva robusta de ônibus elétricos.

Até o momento, o México tem voltado seus esforços para a renovação de sua frota de trólebus em regiões estratégicas, bem como menções esporádicas de intenção de apoiar a eletrificação do transporte, como no documento Estratégia Nacional de Movilidad Eléctrica Visión 2030. Entretanto, os esforços do país ainda são bastante tímidos, especialmente considerando-se a existência de uma cadeia de fornecedores já bastante estabelecida no caso dos veículos à combustão e que poderia ser utilizada para a criação de uma cadeia produtiva de ônibus elétricos no país. Caso não haja uma mudança estratégica que implique na criação de instrumentos sólidos para apoiar a criação dessa cadeia, é possível que o México perca a janela de oportunidade para se estabelecer como player estratégico nessa cadeia produtiva ainda incipiente.

Quadro 6
Resumo das políticas de incentivo à cadeia produtiva de e-bus no México

Política	Relação com a cadeia produtiva de e-bus	Instrumentos utilizados	Natureza	Início	Término
Estratégia Nacional de Movilidad Eléctrica Visión 2030	Apoio à eletrificação do transporte público através da compra de ônibus elétricos como alternativa para a substituição dos ônibus convencionais	Programa de metas	Estímulo ao Consumo	2018	2030
P&D Chassis Mercedes Benz	Conhecimento da tecnologia	Não especificado	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I)	2020	-
Plan Estratégico de Movilidad de la Ciudad de México	Estipula a introdução de uma linha de ônibus de emissão zero até 2024, além de expandir a frota de trolleybus	Incentivos fiscais	Planejamento & Governança	-	2024
Mexico City's Green Plan	Plano de 15 anos (2007-2022), criado com a intenção de implementar a agenda ambiental da Cidade do México. O Plano engloba uma ampla gama de programas e atividades para enfrentar as mudanças climáticas e reduzir as emissões de GEE	Programa de metas	Planejamento & Governança	2007	2022

Fonte: Elaboração própria.

V. Considerações finais e análise integrada das semelhanças e padrões de sucesso identificados nos países observados

O objetivo deste projeto foi mapear, caracterizar e analisar as políticas industriais para a cadeia produtiva de ônibus urbanos elétricos dos Estados Unidos, China, Holanda e México, demonstrando as motivações associadas, instrumentos, estratégias, metas e racionalidades (alvos), arcabouço institucional e resultados perceptíveis.

O objetivo apresentado findou-se a partir de um conjunto de perguntas amplas e que orientaram toda a condução do trabalho, a saber: Quais são as políticas industriais que vêm sendo empreendidas em países líderes nesta trajetória de manufatura e produção de ônibus eletrificados? Qual é a racionalidade destas políticas industriais? Quais elos da cadeia almejam ser desenvolvidos e que tipo de competências deseja-se criar? Por que alguns países avançam mais do que outros na indústria de ônibus elétricos em seus territórios? Que tipos de aprendizados, referências e boas práticas podemos trazer a luz do caso brasileiro e seu contexto institucional/econômico em curso?

Estas questões foram motivadas sobretudo, pela latente lacuna de entendimentos pelos atores do setor de ônibus urbanos no Brasil, e por parte da literatura que aborda a indústria automotiva brasileira e suas tecnologias, em compreender como o país pode estruturar sua cadeia produtiva de ônibus urbano movidos a sistemas de propulsão alternativos e de zero emissão, no caso os ônibus elétricos, e que tipo de políticas industriais para formação desta cadeia e suas competências são necessárias.

Por ser este um mercado em expansão do ponto de vista global, inclusive no contexto latino americano liderado pela demanda de Colômbia e Chile, motivou-se também, pelo papel relevante que a indústria da mobilidade representa para o Brasil em termos de geração de renda, emprego e atividades de pesquisa e desenvolvimento: é imperativo um diagnóstico mais claro de como as atividades produtivas de montagem de ônibus e seus componentes poderão ser afetadas com a introdução destas novas tecnologias.

Foi a partir deste olhar, do lado da oferta de ônibus elétricos e suas tecnologias, que organizamos esse projeto com vista a entender quais são os possíveis caminhos para a estruturação de uma cadeia produtiva deste tipo. E para isso, utilizamos do exercício de benchmarking focado nas políticas industriais em países líderes nessa trajetória, como China e Estados Unidos, bem como países com estrutura semelhante à brasileira, ou seja, que também contam com uma cadeia produtiva de fornecedores para os veículos à combustão, como é o caso do México.

Todos os países com ampla proeminência na produção de veículos elétricos contaram com o suporte e apoio de políticas direcionadas para construir e fortalecer suas cadeias. Por exemplo, o caso chinês que conseguiu empreender um *catching up* produtivo e tecnológico; o caso alemão, que procurou sofisticar sua indústria automotiva frente as novas metas de emissões, bem como o caso americano de criação de competências locais e reposicionamento de produtos frente as *emerging green techs*. De fato, as políticas de fortalecimento do cadeia tem tido um papel fundamental na construção de competências e destaque produtivo nas lideranças deste setor de ônibus elétrico.

Claro, este exercício de benchmarking não é exaustivo e não pode ser entendido como uma fórmula exata para o Brasil. Pois, o Brasil tem suas características únicas de formação de país, como sua estrutura econômica e seus contextos social e institucional próprios, que são dissemelhantes dos outros países; logo as comparações e seus alcances demonstram certo limite analítico.

Por outro lado, o exercício de benchmarking é valioso no sentido de trazer os aprendizados acumulados, de apontar ações e instrumentos vencedores, de mostrar os malogros já experimentados em outros contextos e se é possível enxergar padrões de sucesso compartilhado entre experiências. Ou seja, é tirar proveito das trajetórias já trilhadas e acelerar o aprendizado de como se posicionar neste setor, algo que carece ainda no Brasil de ser feito.

Como resultados destacáveis, viu-se no primeiro capítulo, que foca nos Estados Unidos, que o direcionamento das políticas públicas está relacionado aos esforços de P&D em baterias avançadas, objetivo compartilhado com outras cadeias produtivas e setores estratégicos do país. Existem poucos instrumentos diretamente aplicados à cadeia produtiva de e-bus, pois a grande maioria das políticas se concentra em instrumentos pelo lado da demanda como incentivos fiscais e subsídios para a compra dos veículos. Entretanto, é preciso ressaltar que os instrumentos pelo lado da demanda também tem um papel crucial para a cadeia produtiva, pois incentivam a organização da cadeia e dos fornecedores para atender à demanda criada por esses instrumentos. Outro ponto de destaque no caso americano é a relevância de políticas locais de estímulo à demanda, especificamente no caso do estado da Califórnia, que atualmente concentra grande parte da frota de e-bus do país.

No segundo capítulo, referente à China, a análise descreve uma vasta gama de instrumentos que auxiliaram a indústria de e-bus no país a alcançar a liderança absoluta nas vendas globais, assim como a eletrificação completa ou parcial do transporte público urbano em algumas cidades do país. Percebe-se, por exemplo, um vasto número de políticas de subsídios governamentais e a coordenação na atuação dos diversos órgãos governamentais, universidades e empresas. A grande diferença em relação aos Estados Unidos se dá pelo fato de que, além dos instrumentos pelo lado da demanda, o governo chinês também se destaca por uma atuação bastante forte no lado da oferta, ou seja, através de instrumentos de financiamento direto, metas de produção e tecnológicas e outras formas de apoio à criação de capacidades produtivas e tecnológicas nacionais. É importante salientar a importância da coordenação e do direcionamento claro das políticas implementadas e do discurso oficial do governo, que certamente teve um papel decisivo para reduzir os riscos percebidos e direcionar os investimentos por parte da iniciativa privada. Sem esses elementos, dificilmente essa indústria se desenvolveria no mesmo ritmo - embora também seja preciso reconhecer que muitos desses instrumentos dificilmente poderiam ser replicados em outros países sem o poder centralizador e organizador do Estado chinês, inclusive sobre a iniciativa privada.

Avançando na discussão, como caso europeu, no capítulo III, observa-se a Holanda. Viu-se que as políticas *top-down* holandesas têm sido majoritariamente desenhadas para reduzir o custo de aquisição dos elétricos pudros (BEV), que são o foco da estratégia de transporte de emissão zero do governo. Notou-se também uma coordenação entre as políticas implementadas para promover a expansão da infraestrutura de recarga, bem como desenvolver protocolos com mais funcionalidades de comunicação e controle (interoperabilidade).

Não obstante, mais recentemente, o governo tem direcionado os esforços para avançar e aumentar a capacidade dos acumuladores de energia dos ônibus elétricos. No mais, o hidrogênio consiste em outra temática que tem ganhado cada vez mais capilaridade na agenda nacional do país, principalmente como fonte de energia para o transporte público interurbano – que, geralmente, precisa de um maior alcance.

Por fim, como exemplo latino-americano selecionado, temos o México. Neste caso específico, o país demonstra certa indefinição em relação ao seu posicionamento dentro da cadeia produtiva de ônibus elétricos global. Pois, como vimos na busca e mapeamento de instrumentos, não há qualquer tipo de sinalização concreta direcionada para construção dessa cadeia atualmente vigente no país ou algum plano de política industrial no horizonte de curto prazo. Verificou-se de fato uma continuidade na própria trajetória dos trólebus e suas aplicações do contexto das cidades mexicanas, como a própria capital Cidade do México, bem como na tímida experimentação e projetos pilotos de ônibus elétricos. Este enquadramento mexicano é similar e compartilhado por outros países latino-americanos com indústrias automotivas que ainda não decidiram se vão prospectar algum posicionamento na cadeia de ônibus elétricos, inclusive o Brasil.

Nesta jornada dos quatro capítulos, deste modo, vimos que os dois primeiros países representam mercados-chave tanto na produção quanto na venda de ônibus elétricos, e em ambos é possível identificar elementos de política industrial voltados para a promoção desses veículos; no caso holandês, enxerga-se um apetite para a difusão de mercado e pelo interesse em capturar o elo da integração de ônibus elétricos e seus componentes para dentro deste país; ao México, residem incertezas se adentrara nessa trajetória produtiva eletrificada dos ônibus elétricos.

Deste modo, nesta conclusão inicial, vimos as estratégias e focos individualizadas de cada um desses países observados perante a cadeia produtiva de ônibus elétricos. Assim, outra questão que emerge: é possível identificar instrumentos e políticas compartilhadas entre os países líderes, principalmente Estados Unidos e China? Existem características similares a esses países enquanto foco de ação ou estratégia de adensamento produtivo para algum componente específico? E a Holanda e México, há algum padrão compartilhado? Visando responder as questões de forma estruturada e comparativa, o quadro síntese na sequência busca apresentar todas as políticas industriais mapeadas e organizadas de acordo com os grupos de instrumentos e seus detalhamentos específicos vis a vis aos países observados. Este quadro síntese é um resultado direto dos resumos empreendidos capítulo a capítulo dos países que revelam os fatores de sucesso identificados. Na sequência do quadro, segue-se para algumas considerações analíticas relacionadas.

Quadro 7
Síntese das Políticas Industriais para os Ônibus elétricos e suas Tecnologias em países selecionados

Grupos de instrumentos e seu detalhamento	Países e somatória de instrumentos identificados				Total Geral
	China	Estados Unidos	Holanda	México	
Estímulo à Produção Nacional	7	5	2		14
Incentivos fiscais	1	2			3
Metas de produção	1				1
Programa de Crédito			1		1
Programa de metas			1		1
Regulação dos programas de subsídio	2	2			4
Subsídios diretos	2				2
Subsídios diretos e incentivos fiscais		1			1
Subsídios fiscais	1				1
Estímulo ao Consumo	5	4	3	1	13
Incentivos fiscais	2				2
Não especificado		1			1
Programa de metas				1	1
Programa Voluntário			1		1
Subsídios diretos	3	3	2		8
Estímulo ao Consumo & Produção Nacional			2		2
Incentivos fiscais			2		2
Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I)	4	6	1	1	12
Linha de financiamento subsidiado		1			1
Não especificado		1		1	2
Prêmio em dinheiro (competição)		1			1
Projetos de P&D e metas de inovação	1				1
Roadmap	1				1
Roadmap, subsídios diretos e incentivos fiscais		1			1
Roadmap, subsídios diretos, utilização de laboratórios e infraestrutura governamental, coordenação com agentes privados		1			1
Subsídios diretos	2	1	1		4
Planejamento & Governança	4	2	2	2	10
Incentivos fiscais				1	1
Metas de produção	1				1
Programa de metas	3		2	1	6
Roadmap		1			1
Roadmap, subsídios diretos e incentivos fiscais		1			1
Todos	1				1
Subsídios diretos, regulações, projetos de P&D	1				1
Total Geral	21	17	10	4	52

Fonte: Elaboração própria.

Nota Técnica: os retângulos em vermelho significam que não foram identificados instrumentos na respectiva categoria; aqueles em outras cores demonstram a quantidade de instrumentos identificados e cada cor associada respectivamente.

No total, foram identificadas 52 políticas públicas. De forma geral, as categorias Estímulo à Produção Nacional e Estímulo ao Consumo, e Pesquisa Desenvolvimento & Inovação destacam-se como as grandes naturezas de instrumentos performados atualmente por esses países selecionados.

No caso do estímulo à produção nacional, verifica-se que tanto China quanto Estados Unidos compartilham de uma estratégia baseada em subsídios para produção de ônibus e acumuladores de energia em seus territórios. Também, empreendem incentivos fiscais para estabelecimento de fábricas de veículos e componentes. Deve-se notar que a China é o único país que demonstra metas de produção para suas empresas (em sua maioria estatais e coordenadas pelo governo) como uma forma de orientar e definir o ponto de chegada em volumes produtivos.

Em tempo, China e Estados Unidos são aqueles que também tem a maior musculatura financeira para suportar esses incentivos e ações de fomento identificadas: ou seja, para visualizar uma cadeia produtiva competitiva nesse setor é necessário investimentos de ordem de grandezas substanciais.

Ainda nesta categoria de produção nacional, com menor envergadura, vemos a Holanda com programa de crédito e metas mais tímidas se comparada aos líderes, mas que já mostra algum tipo de inclinação para montagem local/integração de ônibus a partir de componentes e tecnologias importadas.

No caso do México, de fato reside a ausência de instrumentos dessa categoria que corroboram o seu enquadramento atual de não produção de ônibus elétricos neste país.

Olhando em perspectiva ao consumo, vimos que esta natureza de instrumento caminha lado a lado com a produção nacional, considerando também um conjunto de 13 linhas identificadas nesta frente. Este comportamento reforça a ideia de que para a estruturação de um novo segmento e setor tecnológico, é necessário incentivos que capturam tanto o lado da oferta, quanto da demanda. Nesta linha, como é o caso dos incentivos ao consumo relacionados à subsídios diretos sendo empreendidos por China, Estados Unidos e Holanda, bem como incentivos fiscais empreendidos pela China, especificamente, que corroboram essa perspectiva de fomento a demanda.

Outra natureza de instrumentos que foi identificada e destacou-se com grande protagonismo em termos de volume de investimentos, quantidade de eixos e tecnologias contempladas foi a categoria Pesquisa Desenvolvimento & Inovação. Neste quesito China e Estados Unidos lideram em número de instrumentos (12 no total), recursos empreendidos, laboratórios nacionais e espessura de Sistema de Ciência e Tecnologia instalada.

Sobretudo, como foi visto, o foco da P&D concentra-se nos acumuladores de energia, entendidos como as tecnologias centrais para eletrificação veicular. De forma geral vimos no caso chinês o início dessa trajetória nos anos 2000 e no caso americano, mais recentemente com pós 2009, com programas estruturados para desenvolvimento e produção de células e baterias montadas no país.

Na mesma linha, foi identificado que o incentivo à produção e o desenho de políticas industriais passam necessariamente por uma agenda de formação de competências tecnológicas, de capacitação profissional e de manufatura que forneça o devido respaldo a essa aspiração que a cadeia deseja alcançar.

Também, demonstrando bastante protagonismo, vimos a categoria de Planejamento & Governança, como um pilar estruturante geral para as políticas de caráter industrial e de consumo e P,D&I. Neste quesito, sedimentam-se os instrumentos relacionados às metas, *roadmaps*, planos estratégicos e a forma como os países vão querer estruturar essas cadeias, bem como o diálogo entre Estados e regiões para essa agenda da eletrificação.

Como foi observado, esses países líderes como China e Estados Unidos, iniciaram suas incursões produtivas neste tema a partir de planejamento e metas estabelecidas. Em síntese, antes de se pensar a cadeia produtiva em si, é necessário o planejamento do setor como um todo e de como se dará os papéis e as metas relacionadas ao longo do tempo.

Em suma, os resultados proporcionados por este projeto demonstram que não existe um determinismo ou *unidirecionalidade* de instrumento de política pública que seja efetivo, ou tido como vencedor, para estruturação de uma cadeia produtiva voltada a ônibus elétricos. Muito pelo contrário, o que se revelou no exercício de benchmarking é que a grande potência, vista por países como China e Estados Unidos, sedimenta-se a partir de um mix de políticas e instrumentos. Este mix, tanto ataca a cadeia produtiva em si, quanto respalda a formação de competências, contempla as atividades relacionadas ao ecossistema de Ciência e Tecnologia do país, apoiam a construção de uma agenda robusta de Pesquisa e Desenvolvimento, bem como organizam a articulação para a demanda e criação de mercados para absorção destes novos produtos.

Ainda, sobre as melhores práticas, ficou evidente o esforço de países como Estados Unidos e China em facilitar e viabilizar o desenvolvimento tecnológico local. Pois, como vimos, fica evidente a inclinação destes países em encorajar parcerias e alianças estratégicas, fomentar a integração universidade-empresa e cooperação público-privada, complementando com recursos públicos e em parcerias público-privadas o fomento (*funding*) necessário.

Quando vemos esses exemplos de referências, a grande questão motivadora e propulsora deste projeto deve ser retomada: o que podemos aprender e que tipo de insights tiramos para o caso brasileiro? Pois, no caso nacional em curso, verifica-se de fato uma completa ausência de planejamento estratégico direcionado a esta cadeia produtiva de ônibus elétrico especificamente, uma situação que se assemelha, em certa medida, à condição mexicana.

E a resposta é sim! De fato, temos lições que podem ser aprendidas vis a vis essa trajetória internacional trilhada e que podem permitir ao Brasil fazer um *catching up* para se posicionar como um player relevante nesta cadeia. Sobretudo com potencial participação como fornecedor latino-americano de ônibus elétrico. Esses insights e apontamentos encontram-se organizados e identificados no outro produto de cadeia produtiva, na seção que trata das agendas estratégicas.

Referências

- BLACKWELDER, B. et al. The Volkswagen Scandal. University of Richmond: [s.n.], 2016.
- Ebusco 3.0. Third generation Dutch electric bus with 3 tons savings launched. Disponível em: <<https://www.sustainable-bus.com/electric-bus/ebusco-3-0/>>. Acesso em: 13 jun. 2022.
- EUROPEAN INVESTMENT BANK. ELENA Completed Project Factsheet The Zero Emission Buses in Netherlands. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.eib.org/attachments/documents/elena-completed-zeb-en.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2022.
- FCAB. National Blueprint for Lithium Batteries 2021-2030. [S.l.: s.n.], 2021. Disponível em: <https://www.energy.gov/sites/default/files/2021-06/FCAB_National_Blueprint_Lithium_Batteries_0621_0.pdf>.
- HAMILTON, H. et al. Zeroing in on ZEBs - 2021 Edition. Pasadena, CA: [s.n.], 2021. Disponível em: <https://calstart.org/wp-content/uploads/2022/01/2021-ZIO-ZEB-Final-Report_1.3.21.pdf>.
- IEA INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Global EV Outlook 2021 Accelerating ambitions despite the pandemic. Global EV Outlook 2021, 2021.
- JIN, L. et al. Driving a Green Future - A Retrospective Review of China's Electric Vehicle Development and Outlook for the Future. Washington, DC: [s.n.], 2021. Disponível em: <<https://theicct.org/publication/driving-a-green-future-a-retrospective-review-of-chinas-electric-vehicle-development-and-outlook-for-the-future/>>.
- KENNEDY, S. China's Risky Drive into New-Energy Vehicles. Washington, D.C.: [s.n.], 2018. Disponível em: <www.csis.org>.
- LIU, D. The US Electric Bus Transition-An Analysis of Funding and Financing Mechanisms. 2019. Duke University, 2019. Disponível em: <https://dukespace.lib.duke.edu/dspace/bitstream/handle/10161/18464/The_U.S._Electric_Bus_Transition_-_An_Analysis_of_Funding_and_Financing_Mechanisms.pdf>.
- LUMIAO, L.; ZHANHUI, Y. New Energy Buses in China Overview on Policies and Impacts. Beijing: [s.n.], 2020. Disponível em: <https://www.changing-transport.org/wp-content/uploads/2020_GIZ_New-Energy-Buses-in-China.pdf>.
- LUTSEY, N. et al. Power Play: How Governments are Spurring the Electric Vehicle Industry. Washington, DC: [s.n.], 2018. Disponível em: <https://theicct.org/sites/default/files/publications/EV_Government_WhitePaper_20180514.pdf>.

- MIA and Vamil | RVO.nl. Disponível em: <<https://english.rvo.nl/subsidies-programmes/mia-and-vamil>>. Acesso em: 13 jun. 2022.
- MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS AND CLIMATE POLICY. Integrated National Energy and Climate Plan 2021-2030. Netherlands: [s.n.]. Disponível em: <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/nl_final_necp_main_en.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2022.
- NETHERLANDS ENTERPRISE AGENCY Excelling in Hydrogen: Dutch technology for a climate-neutral world. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2021/03/Dutch_solutions_for_a_hydrogen_economy.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2022.
- NETHERLANDS ENTERPRISE AGENCY. Electric transport in the Netherlands: 2016 highlights. Utrecht: [s.n.]. Disponível em: <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2017/04/Highlights-2016-Electric-transport-in-the-Netherlands-RVO.nl_.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2022.
- NIU, C. et al. Balancing interfacial reactions to achieve long cycle life in high-energy lithium metal batteries. *Nature Energy*, v. 6, n. 7, p. 723–732, 2021.
- PATELLA, D.; PERCHEL, A.; JAQUES, I. Electric Mobility & Development: An Engagement Paper from the World Bank and the International Association of Public Transport. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://documents1.worldbank.org/curated/pt/193791543856434540/pdf/132636-EMADv4-web.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2022.
- SONG, Z. et al. The underlying reasons behind the development of public electric buses in China: The Beijing case. *Sustainability*, v. 12, n. 2, p. 688, 2020.
- THE WHITE HOUSE. Building Resilient Supply Chains, Revitalizing American Manufacturing, and Fostering Broad-Based Growth. Washington D.C.: [s.n.], 2021. Disponível em: <<http://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/06/100-day-supply-chain-review-report.pdf>>.
- U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. Driving Economic Growth: Advanced Technology Vehicles Manufacturing. [S.l.: s.n.], 2016. Disponível em: <https://www.energy.gov/sites/default/files/2016/02/f29/DOE-LPO_Mini-Reports_004_ATVM-Driving-Economic-Growth_FINAL_Jan-2016.pdf>.
- VDL. Indústria holandesa se junta ao recém-fundado Centro de Competência de Baterias. Disponível em: <<https://www.vdlnedcar.nl/en/news/dutch-industry-joins-in-newly-founded-battery-competence-center>>. Acesso em: 13 jun. 2022.
- WAPPELHORST, S. et al. The end of the road? An overview of combustion-engine car phase-out announcements across Europe. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://theicct.org/sites/default/files/publications/>>. Acesso em: 13 jun. 2022.
- WAPPELHORST, S. et al. Analyzing policies to grow the electric vehicle market in European cities. Berlin: [s.n.]. Disponível em: <www.theicct.orgcommunications@theicct.org>. Acesso em: 13 jun. 2022.
- WAPPELHORST, S. et al. Update on government targets for phasing out new sales of internal combustion engine passenger cars. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.gov.ca.gov/2020/09/23/governor-newsom-announces-california-will-phase-out-gasoline->>. Acesso em: 13 jun. 2022.



O estudo procurou mapear, caracterizar e analisar as políticas industriais para a cadeia de ônibus elétricos dos Estados Unidos, China, Holanda e México, demonstrando as motivações, instrumentos, estratégias, metas e resultados. Orientou-se por questões-chave e lacunas de entendimentos: Quais são as políticas dos países líderes na produção e suas racionalidades? Quais elos da cadeia e competências são alvos? Viu-se que nos Estados Unidos houve direcionamento das políticas para P&D em baterias avançadas, objetivo compartilhado com outras cadeias e setores do país. Na China, observou-se vasta gama de instrumentos para a indústria alcançar a liderança nas vendas globais, assim como a eletrificação de seu transporte. Na Holanda, as políticas procuram reduzir o custo de aquisição de veículos. Por fim, o México demonstra indefinição com relação ao seu posicionamento neste setor. Conclui-se que o presente exercício de benchmarking de políticas foi valioso, ao apontar aprendizados e instrumentos vencedores relacionados às políticas industriais para impulsionar a produção de ônibus elétricos. Espera-se que este documento possa trazer informações úteis para orientar a construção de competências e lideranças setoriais no Brasil.