

# **Indústria automotiva em transformação:** eletromobilidade, novas tecnologias e transição justa

Raphael Jonathas  
da Costa Lima

José Ricardo  
Ramalho

(organizadores)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca responsável: Bruna Heller – CRB 10/2348

I42

Indústria Automotiva em Transformação: eletromobilidade, novas tecnologias e transição justa /  
Organizadores: Raphael Jonathas da Costa Lima, José Ricardo Ramalho. – São Paulo: Annablume, 2026.

502 p. 16 x 23 cm

Inclui bibliografia.

ISBN 978-65-85936-90-3

1. Sociologia do trabalho. I. Lima, Raphael Jonathas da Costa. II. Ramalho, José Ricardo. III. Título.

CDU 316.334.2

Índice para catálogo sistemático:

1. Sociologia do trabalho 316.334.2

Indústria Automotiva em Transformação:  
eletromobilidade, novas tecnologias e transição justa

Coordenação editorial  
Claudia Moreira

Revisão: Maria Carolina Barcellos

Tradução: Regina Vargas

Capa e arte de capa  
Raquel Noronha

Revisão  
Tuca Dantas

Diagramação  
Fernandes Augusto Castro

Projeto e Produção  
Coletivo Gráfico Annablume

Annablume Editora  
Área de Sociologia  
Conselho Científico  
Iram Jácome Rodrigues  
Jacob Carlos Lima  
José Ricardo Ramalho  
Josué Pereira da Silva

1ª edição: fevereiro de 2026

© Raphael Jonathas da Costa Lima e José Ricardo Ramalho - Organizadores

Annablume Editora Comunicação  
[www.annablume.com.br](http://www.annablume.com.br)

# INDÚSTRIA AUTOMOTIVA E A TRANSIÇÃO ENERGÉTICA NO BRASIL: novas agendas, novas questões

RAPHAEL JONATHAS DA COSTA LIMA

JOSÉ RICARDO RAMALHO

## Introdução

A velocidade com que mudanças tecnológicas e organizacionais vêm ocorrendo nos últimos anos na produção automotiva tem exigido um esforço crescente de investigação e de análise acerca dos rumos desse setor econômico, da localização das atividades industriais e dos impactos sobre o trabalho e o meio ambiente. Essas transformações estão associadas a um processo significativo de transição energética, voltado à descarbonização e à eletromobilidade, o que demanda novas interpretações sobre as estratégias empresariais e a distribuição de valor entre elas. Nosso objetivo neste texto é contribuir para esse debate, examinando a forma como essa agenda vem sendo incorporada no Brasil e apontando questões que deverão orientar as discussões nos próximos anos.

A indústria automotiva global encontra-se em meio a uma profunda reconfiguração, impulsionada pela transição energética e pelo fortalecimento das regulamentações ambientais, que convergem para o avanço da eletrificação veicular. Com plantas cada vez mais modernas, digitalizadas e automatizadas, o setor vem se reconfigurando a partir do protagonismo de players emergentes, em especial os *Original Equipment Manufacturers* (OEMs) chineses e seus fornecedores de componentes e baterias. A China, que anteriormente dependia dos Investimentos Diretos Estrangeiros (IDEs) de corporações norte-americanas, europeias e japonesas, consolidou-se como a principal potência produtora e exportadora de veículos elétricos.

Esse resultado deve-se, sobretudo, à adoção de políticas industriais voltadas ao fomento da transição tecnológica e ao processo de *catching-up* possibilitado pelas *joint ventures* com corporações estrangeiras (Nölke e Clarr, 2013;

Nölke *et al.*, 2014). Por outro lado, os centros tradicionais de produção na América do Norte e na Europa, ainda que não tenham passado por um esgotamento, vêm perdendo espaço ou se especializando em segmentos de maior valor agregado, como o desenvolvimento de inovações em produtos — atividades que, entretanto, demandam bem menos postos de trabalho.

Já em países como o Brasil, o cenário é mais preocupante: apesar dos esforços recentes de políticas industriais, como o Inovar-Auto, a Rota 2030 e, mais recentemente, o Programa MOVER, o país enfrenta o enorme desafio de manter sua competitividade nos próximos anos. Essa transição coloca em evidência uma questão central: a eletromobilidade representará uma oportunidade de *upgrading* da inserção brasileira na cadeia automotiva ou, ao contrário, aprofundará processos de dependência, especialização regressiva e desindustrialização?

Nesse sentido, torna-se cada vez mais urgente a construção de uma agenda de discussões sobre os impactos da eletromobilidade na cadeia automotiva brasileira, considerando tanto os veículos leves quanto os pesados e tendo como foco as transformações tecnológicas, organizacionais e territoriais em curso. Pretendemos aqui destacar que a eletromobilidade, frequentemente associada à inovação, à reconfiguração da cadeia de valor e ao próprio artefato tecnológico — o veículo — insere-se em um campo mais amplo: o da mobilidade elétrica. Esta, por sua vez, funciona como um guarda-chuva semântico que engloba não apenas os veículos elétricos, mas também a infraestrutura de carregamento, a regulação e as políticas públicas correspondentes, a integração com os sistemas de energia, além do papel desempenhado por consumidores, territórios e práticas sociais no uso e na adoção dessa tecnologia.

O deslocamento tecnológico impulsionado pelos veículos elétricos e pela consolidação da cadeia de componentes e baterias — especialmente de lítio e outros minerais estratégicos — vem promovendo reconfigurações nos elos produtivos, redefinindo o papel dos fornecedores locais, as exigências de qualificação da força de trabalho e a própria localização das atividades industriais. No Brasil, contudo, essas transformações não são neutras do ponto de vista social ou espacial: atingem diretamente territórios produtivos consolidados, como o ABC Paulista e a região de Betim-MG, ao mesmo tempo em que abrem novas oportunidades — e riscos — em áreas historicamente periféricas da indústria automotiva.

Por fim, mas não menos importante, a agenda de transição energética e tecnológica precisa incorporar de maneira central a preocupação com a preservação de empregos de qualidade nessa indústria. Nesse sentido, conceitos como o de “transição justa” — cada vez mais acionado por entidades como o Sindicato dos Metalúrgicos do ABC (SMABC) — contribuem para dimensionar o lado mais dramático da reestruturação em curso. Às tensões já presentes na pauta ambiental — que podem ser problematizadas diante da crescente extração de minerais essenciais, como o lítio, e dos futuros desafios relacionados ao descarte de baterias — somam-se os efeitos de uma maior centralização da produção em veículos elétricos a bateria (*Battery Electric Vehicles* - BEVs).

### **A nova arquitetura industrial e o crescente protagonismo chinês**

Historicamente, o setor automotivo vem se caracterizando por um contínuo processo de transformação tecnológica, produtiva e organizacional. Desde o clássico estudo de Womack, Jones e Ross (2004), consolidou-se a ideia de um movimento de convergência na indústria, marcado pela aproximação crescente entre as estratégias de lucro das corporações. Tal interpretação, contudo, foi prontamente contestada por autores que se tornaram expoentes da pesquisa sociológica sobre o tema, em especial Boyer e Freysenet (2001), que ressaltam a necessidade de reconhecer a coexistência de múltiplas estratégias corporativas, bem como a influência de arranjos institucionais distintos que moldam a indústria em diferentes contextos socio-políticos.

Nesse sentido, a premissa central é de que a indústria automotiva global atravessa, no século XXI, uma metamorfose tão profunda quanto a verificada ao longo do século XX. A diferença fundamental é que, agora, não se trata apenas de uma redefinição dos modos de produção, mas de transformações radicais na própria configuração da cadeia produtiva. Essas mudanças são impulsionadas pelos imperativos ambientais, notadamente a crise climática e a crescente escassez de recursos, que impõem a descarbonização em todas as etapas do processo: desde a extração de matérias-primas até o descarte dos veículos (“do berço ao túmulo”), incluindo o próprio uso (“do poço à roda”), conforme destacam Marx, Lara e Pellegrina (nesta edição, 2025).

Verifica-se também um avanço tecnológico vertiginoso — marcado pela Indústria 4.0, pela inteligência artificial e pelo 5G — acompanhado de

mudanças nas expectativas dos consumidores, com a crescente valorização do automóvel como serviço, em detrimento da simples posse. Para Jacobides *et al.* (2023), o modelo de mobilidade como serviço (*Mobility as a Service* – MaaS), sintetizado na sigla CASE (*Connected, Autonomous, Shared and Electric Vehicle*<sup>1</sup>) (Alochet, 2020), representa a transformação mais disruptiva já ocorrida na história do setor, superando as inovações do fordismo e do modelo japonês, incluindo suas variações, como o toyotismo e o hondismo) (Ramalho, Santos e Lima, 2024). Trata-se de uma mudança que ressignifica o automóvel, deslocando-o de sua condição tradicional de bem de consumo durável para incorporá-lo a novas tendências de uso como serviço.

Entre as transformações em curso, destaca-se a crescente influência das empresas de tecnologia nas parcerias firmadas com as montadoras tradicionais, visando constituir redes de inovação voltadas para a infraestrutura de conectividade, autonomia e a transição de *Internal Combustion Engine* (ICEs) para BEVs (Jacobides *et al.*, 2023). Para esses autores, as montadoras incumbentes não são totalmente deslocadas do processo de inovação do ecossistema da mobilidade, embora também não o controlem integralmente. Parte-se da premissa de que não se trata apenas de uma disrupção associada à ascensão dos veículos elétricos movidos a baterias (BEVs), mas de uma transformação mais ampla, que redefine o próprio sentido da mobilidade. Nesse contexto, as inovações revelam-se menos modulares do que comumente se supõe e não apontam, necessariamente, para uma perda de protagonismo das empresas incumbentes.

Mercados como o automotivo mantêm uma relação ambígua com movimentos disruptivos — como crises e inovações — que ameaçam sua estabilidade ao possibilitar a entrada de novos atores capazes de reconfigurar o setor ou mesmo criar outros mercados, seja por meio de novos produtos, seja pela redução de custos (Fligstein e Dauter, 2012; Fligstein, 2021). Segundo Jacobides *et al.* (2016), em contextos de transições disruptivas, como o atual, ocorre uma verdadeira corrida entre os principais atores para controlar elementos centrais da arquitetura industrial e ampliar sua capacidade de influenciar os modos pelos quais o valor é gerado e capturado. Paralelamente, no interior desse processo de transformação tecnológica, verifica-se a atuação de governos — em níveis nacional, regional e municipal — que, pressionados por uma transição mais rápida, têm recorrido a instrumentos

---

1. Ou veículo conectado, autônomo, compartilhado e elétrico.

como “cronogramas faseados, mandatos de produção, metas de vendas de curto prazo e incentivos financeiros (subsídios, créditos fiscais e taxas reduzidas para consumidores), além de exigências vinculadas à nacionalização para manufatura e ao conteúdo doméstico para veículos, componentes e matérias-primas” (Jacobides *et al.*, 2016).

Não obstante, críticos como Pardi *et al.* (nesta edição) sustentam que as visões que apresentam fábricas inteligentes conectadas — com automação total, robôs e inteligência artificial — como inevitáveis, são, na verdade, projetos políticos que ocultam incertezas quanto a seus impactos sociais, em especial sobre o emprego. Argumentam que conceitos como Indústria 4.0 — uma combinação entre alto grau de automação, digitalização e interconexão (Cirillo *et al.*, nesta edição) —, Manufatura Avançada e “*Made in China 2025*” configuram-se menos como previsões cientificamente fundamentadas e mais como estratégias políticas e “modas”, concebidas para atrair investimentos e influenciar expectativas. Muitas dessas projeções funcionam, portanto, como “profecias autorrealizáveis”, mobilizando investimentos para viabilizar a difusão das próprias tecnologias.

Na avaliação de Pardi *et al.* (nesta edição), a análise histórica do setor automotivo pioneiro na adoção de novas tecnologias de produção — evidencia que tentativas anteriores de promover automação extensiva da montagem final fracassaram, uma vez que a organização do trabalho em equipes mostrou-se mais flexível e eficiente. Além disso, os fatores históricos que impulsionaram ondas anteriores de automação, como grandes lacunas de produtividade ou escassez de mão de obra, não se verificam no presente. Pelo contrário, entre os anos 2000 e 2010, o nível de automação se estabilizou, tanto em razão da abundância de mão de obra barata em países emergentes quanto da crescente complexidade dos produtos, mantendo distante a perspectiva de fábricas totalmente automatizadas.

A despeito das incertezas que cercam a factibilidade e a intencionalidade de grande parte das inovações tecnológicas no setor, o presente já evidencia que a ascensão dos veículos elétricos (EVs<sup>2</sup>) vem reconfigurando a geopolítica da indústria automotiva (Carmo *et al.*, 2024). Um dos sinais mais claros desse movimento é a entrada das competidoras chinesas, capazes de oferecer modelos elétricos a custos inferiores aos de suas concorrentes

---

2. N. R. T.: Para manter a padronização com a literatura internacional, optou-se por utilizar as siglas EV (*Electric Vehicle*, veículo elétrico) e ICE (*Internal Combustion Engine*, motor a combustão interna) ao longo deste e dos demais capítulos.

européias e norte-americanas. Nesse cenário, montadoras tradicionalmente dominantes no segmento de veículos a combustão de luxo na própria China — como Volkswagen, BMW e Mercedes — vêm perdendo espaço para fabricantes locais, entre eles a Build Your Dreams (BYD) e a Great Wall Motors (GWM), que conquistam mercado com modelos *plug-in* mais acessíveis.<sup>3</sup>

As vendas de carros elétricos ultrapassaram 17 milhões de unidades em todo o mundo em 2024, registrando um crescimento superior a 25%. Apenas o acréscimo de 3,5 milhões de carros vendidos em 2024 em relação a 2023 já supera o total de vendas globais de carros elétricos em todo o ano de 2020. A China manteve sua posição de liderança, com mais de 11 milhões de unidades comercializadas — volume superior ao total mundial de apenas 2 anos antes. O desempenho global foi, em parte, atenuado pela estagnação do mercado europeu, resultado da redução ou eliminação de subsídios em países-chave e da manutenção das metas de CO<sub>2</sub> da União Europeia entre 2023 e 2024. Nos Estados Unidos, as vendas continuaram a crescer, embora a taxa de expansão tenha sido cerca de um quarto do ano anterior. Fora desses três principais mercados, verificou-se um aumento recorde de quase 40%, alcançando 1,3 milhão de unidades e aproximando-se do volume registrado nos EUA (1,6 milhão) (IEA, 2025<sup>4</sup>).

As empresas chinesas, em particular, se beneficiam da competência acumulada pelo país na fabricação de baterias de íons de lítio para veículos elétricos, inicialmente desenvolvida na produção de baterias para eletrônicos e posteriormente expandida por meio de *clusters* industriais altamente integrados. Esse processo foi sustentado por políticas públicas e pelo acesso a uma cadeia de valor completa — desde a extração de matérias-primas até a montagem de módulos e sistemas de gestão de baterias (Zhao e Lüthje, nesta edição). Além disso, a indústria automotiva chinesa ganha competitividade ao avançar em direção a uma “foxconização”<sup>5</sup>, marcada pela combinação de trabalho de alta performance e baixos salários, ao mesmo tempo em que se beneficia de *joint ventures* com empresas europeias — sobretudo, alemãs — que possibilitam transferência tecnológica e o fortalecimento de

---

3. Cf. a coluna de Guilherme Ravache no *Valor Econômico* (2024).

4. Cf. International Energy Agency (IEA) – [www.iea.org](http://www.iea.org).

5. N. R. T.: O termo “foxconização” é usado na literatura crítica sobre cadeias globais de produção para se referir ao modelo produtivo associado à Foxconn, marcado por forte intensificação do trabalho e baixa remuneração.

novos atores industriais, como fornecedores de tecnologia e fabricantes de baterias (Lüthje, Wu e Zhao, 2023).

Dada a centralidade das baterias para os veículos elétricos, os grupos automotivos tradicionais — ou incumbentes, na formulação de Fligstein e McAdam (2012) —, têm buscado alianças estratégicas com fornecedores desse insumo, em um esforço para preservar sua influência e hegemonia no mercado. Trata-se, contudo, de uma tarefa desafiadora, uma vez que a produção de baterias apresenta estrutura oligopolística e forte concentração geográfica na Ásia. Empresas chinesas (como CATL e BYD), japonesas (como a Panasonic) e coreanas (como SK Battery, Samsung SDI e LG Energy Solution) controlam a maior parte do mercado de baterias, exercendo não apenas liderança produtiva, mas também um elevado poder de decisão sobre o desenvolvimento tecnológico. Essa configuração altera a tradicional dependência assimétrica da cadeia de valor automotiva (Ramos e Ruiz-Gálvez, 2024). Nesse contexto, tende a crescer, nos próximos anos, a influência desses fornecedores sobre a configuração atual da cadeia global de valor automotiva.

Segundo Zhao e Lüthje (nesta edição), a vantagem competitiva da China na indústria de baterias para veículos elétricos (EVs) não se explica apenas pela política industrial, mas sobretudo pela competência central das empresas em manufatura em massa. Diferentemente da visão tradicional que privilegia o papel do Estado, evidências empíricas de um *cluster* de baterias em Huizhou, sul da China, demonstram que essa competência foi construída “de baixo para cima”, a partir da aprendizagem tecnológica no chão de fábrica e da incorporação de experiências acumuladas na produção de baterias para eletrônicos de consumo. Essa capacidade de fabricar em larga escala baterias de íon-lítio de qualidade estável e consistente a preços competitivos vem reestruturando a indústria automotiva global, deslocando parte do poder dos fabricantes de veículos (*Original Equipment Manufacturers – OEMs*) para os produtores de baterias, que hoje controlam uma fatia substancial do custo total dos veículos elétricos.

A ascensão das empresas chinesas de baterias evidencia uma desorganização da cadeia de valor automotiva tradicional, resultando em um processo de desintegração vertical do setor em indústrias especializadas e interconectadas, como manufatura de baterias, sistemas de propulsão e *software* automotivo. Segundo Zhao e Lüthje (nesta edição), essa configuração pode

evoluir para uma estrutura similar ao “Wintelismo”<sup>6</sup>, no qual fabricantes de baterias em larga escala passam a deter o controle da tecnologia e da produção dos componentes centrais, enquanto fornecedores independentes de trens de força digitais ou *software* ganham proeminência. Esse cenário aponta para a necessidade de as montadoras reavaliarem sua capacidade de desenvolver novas competências na fabricação de baterias ou, alternativamente, se adaptarem a uma indústria mais modularizada e fragmentada, na qual já não ocupam de forma indiscutível a liderança da cadeia de suprimentos.

Não obstante, a arquitetura da indústria automotiva não está sendo convertida de maneira radical em uma estrutura modular, com migração unilateral de valor para novos entrantes, porque os OEMs tradicionais demonstram notável resiliência para se manterem competitivas diante da entrada de gigantes da tecnologia, desenvolvendo estratégias de integração, alianças e absorção de inovações. Essa constatação funciona como crítica à visão dominante de disrupção, que projeta uma perda inevitável de poder dos OEMs em virtude da suposta modularidade tecnológica. Para Jacobides *et al.* (2023), a configuração atual do setor revela, ao contrário, um modelo de inovação no qual os OEMs internalizam inovações externas por meio de aquisições, parcerias estratégicas e ecossistemas colaborativos, produzindo uma interpenetração entre montadoras tradicionais, *startups* e *Big Tech*, sem substituição completa dos atores incumbentes. As evidências, portanto, apontam mais para um movimento de integração vertical, no qual OEMs tentam continuar no controle das etapas-chave do processo produtivo ou firmar alianças com fabricantes de baterias.

### **O híbrido *flex* como alternativa para o mercado automotivo brasileiro**

No processo de transição da indústria automotiva de veículos a combustão interna (ICEs) para os veículos elétricos à bateria (BEVs), liderado pela China, o Brasil ocupa uma posição estratégica, porém desafiadora (Marx, Lara e Pellegrina, nesta edição). A entrada de competidoras como a BYD

---

6. Conceito usado para caracterizar o novo paradigma produtivo da era digital, marcado pela hegemonia dos sistemas operacionais Windows (Microsoft) e dos microprocessadores Intel, empresas norte-americanas que dominaram respectivamente o setor de *software* e de microprocessadores durante a explosão da informática pessoal nos anos 1980 e 1990. Expressa a passagem de um modelo focado na montagem final dos produtos (fordismo), para um modelo em que o poder se desloca para segmentos como a padronização de *software* e componentes, tornando esses padrões o centro da cadeia de valor.

— que passou a oferecer carros elétricos importados a custos significativamente mais baixos — vem alterando de forma expressiva o mercado e a própria dinâmica da produção automotiva nacional nos últimos anos. No cenário atual, é possível identificar cinco tecnologias disponíveis no mercado automotivo global, sendo que duas delas, PHEV e BEV, concentram, juntas, 70,8% do *market share* nacional de “elétricos”:

- ICEV (*Internal Combustion Engine Vehicle*) – categoria que define os veículos tradicionais equipados com motor a combustão interna. Nos países emergentes, como o Brasil, uma parcela significativa da frota em circulação ainda é composta por essa tecnologia, baseada principalmente no uso de gasolina e diesel, exatamente os mais poluentes.
- BEV (*Battery Electric Vehicle*) – veículos 100% elétricos, movidos exclusivamente por baterias recarregáveis. Não possuem escapamento, tampouco emitem gases poluentes ou de efeito estufa;
- HEV (*Hybrid Electric Vehicle*) – conhecidos como híbridos tradicionais, combinam um motor a combustão interna com um motor elétrico. Esse arranjo garante maior eficiência energética e menor nível de emissões, já que o veículo alterna os dois tipos de propulsão. Outra característica é que a bateria é recarregada pelo próprio funcionamento do motor a combustão, dispensando a necessidade de recarga externa em tomadas;
- PHEV (*Plug-in Hybrid Electric Vehicle*) – híbridos recarregáveis que, à semelhança dos HEVs, combinam motor a combustão e motor elétrico, mas com um nível mais elevado de eletrificação. A principal diferença está no fato de que suas baterias podem ser recarregadas externamente, tanto em tomadas residenciais quanto em estações de carregamento;
- FCEV (*Fuel Cell Electric Vehicles*) – veículos elétricos movidos a célula de combustível, que utilizam hidrogênio como fonte primária para gerar eletricidade e abastecer a bateria de alta tensão;
- MHEV (*Mild Hybrid Electric Vehicle*) – conhecidos como híbridos leves, combinam um motor a combustão com um pequeno motor elétrico que atua como apoio em determinadas condições de condução, mas sem capacidade de rodar exclusivamente no modo elétrico;

- EREV (*Extended Range Electric Vehicle*) – veículos elétricos de autonomia estendida. Possuem um motor a combustão que não atua diretamente na tração, mas funciona como gerador para recarregar a bateria, aumentando a autonomia elétrica do veículo<sup>7</sup>.

A tecnologia BEV tem enfrentado forte resistência por parte dos OEMs incumbentes do mercado nacional — em especial as norte-americanas e europeias — e sua entidade representativa, a tradicional Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA). Diante da ameaça de desestabilização provocada pela entrada de veículos elétricos importados, a ANFAVEA vem procurando influenciar o debate sobre a transição energética, pelo menos desde a formulação do Programa Inovar-Auto, provavelmente a política industrial mais significativa das últimas três décadas no Brasil. Nesse contexto, posiciona-se como defensora do modelo híbrido-*flex*, alternativa que conta com a simpatia das associações vinculadas à indústria do etanol (Wolffenbüttel e Consoni, nesta edição).

Por outro lado, apesar de dispor de um parque industrial consolidado e de um mercado consumidor expressivo, o Brasil permanece marcado pela dependência tecnológica e pela ausência de autonomia estratégica em inovações disruptivas. O país segue altamente dependente dos Investimentos Diretos Estrangeiros (IDEs), enquanto o Estado demonstra grande dificuldade em conduzir processos de *catching-up* tecnológico e de transferência de inovação, um dos segredos do recente sucesso chinês (Lima e Dulci, nesta edição).

Na primeira década do século XXI, a indústria automotiva brasileira atravessou um período de significativa inconstância. Entre 2000 e 2003, enfrentou uma forte crise, com queda de 35% no mercado entre 2000 e 2001 e subsequente estagnação por cerca de três anos. Nesse intervalo, a produção sofreu acentuada retração, acompanhada da redução no número de empresas e baixa confiança no setor (Assis, Hagemann e Ferreira, 2016).

A partir de 2004, contudo, a indústria entrou em um ciclo de expansão que se estendeu até 2020, marcado por recordes sucessivos de vendas e produção, impulsionados pelo aquecimento do mercado interno, pela ampliação do crédito e pelo aumento do consumo. Em 2010, a produção alcançou 3,6

---

7. Cf. matéria publicada no site: <https://www.icarros.com.br/noticias/geral/ev,-bev,-phev,-hev-o-que-dizem-as-siglas-nos-eletricos-/28738.html>. Acesso em: 2 nov. 2025.

milhões de unidades, um crescimento de 14,3% em relação ao ano anterior, consolidando a recuperação do setor (Auto Esporte, 2011).

Nesse mesmo período, consolidou-se também uma sequência de programas e políticas industriais voltados a estimular investimentos, articulando a proteção e o fortalecimento da indústria (e dos empregos) à busca por maior eficiência energética e a descarbonização. A política inaugural dessa tendência foi o Inovar-Auto (2012-2017), seguida pelo Rota 2030 (2018-2023), que o substituiu e conferiu mais visibilidade às metas de descarbonização, em sintonia com os compromissos assumidos pelo Brasil na COP 21.

Mantendo a tradição de políticas de incentivo ao setor, o Programa Inovar-Auto, embora tenha se destacado por atrair investimentos em novas plantas e na modernização de unidades já existentes (Lima e Santos, 2021), também deu continuidade à prática de desoneração da indústria automotiva. Em seguida, ainda que o governo de Michel Temer (2016-2019) demonstrasse pouca disposição em aprofundar a agenda de retomada industrial, seu programa para o setor — o Rota 2030 – Mobilidade e Logística — acabou por estabelecer marcos importantes relacionados à segurança veicular e à eficiência energética de carros a combustão. Além disso, estendeu o prazo de incentivos fiscais destinados a determinadas regiões e manteve a possibilidade de utilização de créditos tributários acumulados no âmbito do Inovar-Auto (Marques e Lima, 2024).

O Rota 2030 não pode ser caracterizado como uma política industrial, já que não definiu de forma clara uma estratégia para o setor diante do novo modelo de mobilidade associado à agenda internacional da transição energética. Tampouco conseguiu atrair novos investimentos para o país, seja em modernização, seja na instalação de novas plantas automotivas. Além disso, o programa enfrentou o boicote do governo Temer, abertamente contrário à política de desonerações fiscais e mais interessado em consolidar as reformas econômicas neoliberais em curso naquele período (Marques e Lima, 2024).

A forte dependência tecnológica aproxima o Brasil da situação observada nos países da Europa Oriental analisados por Pavlíněk (nesta edição). Em ambos os contextos, a transição da produção de veículos com motores de combustão interna (ICEs) para veículos elétricos (EVs) depende fundamentalmente do impulso das empresas estrangeiras, relegando os governos a uma posição menos relevante, por vezes quase subserviente. No caso brasileiro, esse quadro é ainda mais complexo devido às disputas entre as

montadoras incumbentes — como Volkswagen e General Motors — e desafiantes, como a BYD, tensionadas pelas entidades representativas do setor: a tradicional ANFAVEA e o Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores (SINDIPEÇAS), de um lado, e, de outro, associações emergentes como a Associação Brasileira do Veículo Elétrico (ABVE) e a Associação Brasileira das Empresas Importadoras de Veículos Automotores (ABEIFA) (Brandão e Lima, 2025; Lima e Santos, 2021).

Conforme Walmrath (nesta edição) e Shapiro (1994), o Estado brasileiro historicamente se destacou por exercer influência no direcionamento das tecnologias adotadas, ora favorecendo as multinacionais incumbentes, ora buscando proteger a indústria nacional — em especial o setor de autopeças, que, ainda assim, foi profundamente fragilizado pela abertura comercial da década de 1990. Ao longo dos diferentes ciclos e políticas industriais, a marca predominante da trajetória da indústria automotiva no Brasil tem sido a ampla concessão de benefícios às empresas, notadamente às multinacionais.

Diferentemente da siderurgia e da indústria de petróleo — cujos desenvolvimentos iniciais no país foram marcados por forte protagonismo estatal — a indústria automotiva consolidou-se no Brasil, desde a criação do Grupo Executivo da Indústria Automobilística (GEIA) em 1956, no início do governo Juscelino Kubitschek, a partir de uma divisão de trabalho organizada entre três setores; o setor nacional, responsável principalmente pela produção de autopeças, o capital estrangeiro, incumbido da fabricação de veículos; e o Estado, ao qual competia garantir as condições necessárias à produção, como infraestrutura (Shapiro, 1994; Perissinotto, 2023). Trata-se, portanto, de uma indústria de grande relevância nos processos de modernização e industrialização do país, mas estruturalmente dependente dos Investimentos Diretos Estrangeiros (IDEs) (Bandelj, 2002) sempre vinculados a políticas industriais atreladas a incentivos e benefícios fiscais.

Nesse cenário, Walmrath (nesta edição) observa que o motor híbrido-flex, aparentemente consolidado como padrão para o futuro da indústria no Brasil, foi sutilmente promovido pela ANFAVEA. Por meio de seus estudos oficiais, a associação passou a enfatizar supostos benefícios dessa tecnologia, como maior eficiência, menor custo e a já existente infraestrutura de abastecimento. O consenso em torno do híbrido *flex* representou, assim, a substituição da pauta da eletrificação pela da descarbonização, e

pode ser interpretado como uma vitória da ANFAVEA, que sempre demonstrou resistência aos elevados custos de uma transição integral para o veículo elétrico, além das incertezas associadas ao mercado brasileiro e sul-americano.

A opção pelo etanol contribuiu de forma relevante para a agenda da descarbonização, ainda que, paradoxalmente, tenha gerado retornos limitados para a consolidação do veículo 100% elétrico. No contexto da política “do poço à roda”, biocombustíveis como o etanol apresentam-se como alternativa mais sustentável do que qualquer veículo a combustão em termos de emissão de CO<sub>2</sub>, além de atenderem plenamente aos interesses do setor automotivo. A chamada “rota híbrida” (Olmos, 2022, 2023), representa, nesse sentido, uma solução que equaciona diferentes demandas: acomoda os interesses corporativos das montadoras, beneficia setores como o sucroalcooleiro, preserva os níveis de emprego metalúrgico e, ao mesmo tempo, responde às crescentes pressões ambientais (Ramalho e Santos, 2024).

Historicamente, o etanol já se configurava como alternativa economicamente viável desde o início do século XX, favorecido pela produção de álcool no Nordeste e pelo fato de o Brasil ser, à época, importador de petróleo. Essa trajetória peculiar conferiu singularidades ao desenvolvimento tecnológico da indústria automotiva nacional (Ramalho e Santos, 2024). Eventos posteriores, como as crises do petróleo de 1973 e 1979, impulsionaram uma ação mais incisiva do Estado, culminando na criação do Programa Nacional do Álcool (Proálcool), que consolidou definitivamente o etanol como combustível alternativo, menos poluente e mais econômico.

Após o interregno marcado pelos governos Temer e Bolsonaro (2016-2022), e pelos efeitos da pandemia da covid-19, novas iniciativas foram lançadas com o objetivo de retomar os investimentos na indústria — entre elas, a Nova Indústria Brasil (NIB) — e, em particular, revitalizar o setor automotivo. Nesse contexto, destaca-se a segunda etapa do Programa Rota 2030, conhecida como Programa Mobilidade Verde e Inovação – (MOVER).

De acordo com o Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC), o MOVER busca “apoiar o desenvolvimento tecnológico, a competitividade global, a integração às cadeias globais de valor, a descarbonização, o alinhamento a uma economia de baixo carbono no ecossistema produtivo e inovativo de automóveis, de caminhões e de seus implementos rodoviários, de ônibus, de chassis com motor, de máquinas

autopropulsadas e de autopeças” (Brasil, s.d.)<sup>8</sup>. Segundo Uallace Moreira Lima, secretário de Desenvolvimento Industrial, Inovação, Comércio e Serviços do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC) do governo Lula,

[...] as montadoras estão celebrando, anunciando investimento, porque a gente encontrou o ponto de equilíbrio a partir da experiência que o pessoal teve com o Rota 2030, com o Inovar-Auto. E o volume de incentivo agora compensa os investimentos das empresas. E aí a gente incorporou algo que não tinha no Rota, que é o PPB, que é o Processo Produtivo Básico. À medida que essas empresas agregam mais valor, elas podem acumular crédito financeiro. Então, depende delas. Vocês querem ter mais crédito financeiro? Para R\$ 1,00 gerado, elas podem ter R\$ 1,70 de benefício. Mas, para elas fazerem isso, têm que verticalizar. Só faz isso verticalizando.

Para ele:

[...] outra coisa que colocamos dentro do Mover foi ter uma inserção maior nas cadeias globais de valor, exportar. [...] A disputa é de mercado, não é nossa. Se você pegar o Mover, não tem nenhum tipo de... “olha, a melhor rota tecnológica do Brasil é essa.” Não tem. As empresas não vão acumular crédito porque investiram mais em carro elétrico e/ou híbrido. O que pode fazer uma diferença, por exemplo, é a empresa ter um modelo de carro que consegue exportar mais do que a outra, aí tem uma cumulatividade de crédito maior. Aí, é uma questão deles. O que vai diferenciar muito essas empresas é o IPI verde, a descarbonização. Isso aí sim. Lá para 2027, quando a gente incorporar a métrica do poço à roda... pegar um carro, por exemplo, que tem uma bateria fabricada fora, não tenho dúvida que o carro híbrido aqui vai ser mais sustentável que ele. Não tenho dúvida.<sup>9</sup>

---

8. Cf. a descrição do Programa Mover em: <https://www.gov.br/pt-br/servicos/solicitar-autorizacao-de-credito-financeiro-no-programa-mover>. Acesso em: 2 nov. 2025.

9. Moreira Lima, entrevista concedida em 27 mar. 2024.

## O futuro do carro elétrico no mundo e no Brasil

O conjunto de transformações em curso na indústria automotiva traz importantes desafios para os trabalhadores. A previsão é que a transição para veículos elétricos (EVs) provoque significativa perda de empregos, especialmente entre operários de linha de montagem e fornecedores de segundo e terceiro nível vinculados à produção de motores de combustão interna (ICEs). Essas perdas, contudo, podem ser parcialmente compensadas pela expansão da produção de baterias para EVs, particularmente em *gigafactories* — grandes plantas de fabricação de baterias —, que tendem a gerar elevada demanda por profissionais das áreas de TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação), engenharia e empregos indiretos (Cetrulo *et al.*, 2023).

Tomando como exemplo as novas fábricas de baterias nos Estados Unidos, Dupuis *et al.* (2024) destacam a preocupação com a qualidade dos empregos gerados, já que os salários nessas plantas — em empresas como Tesla e Rivian — giram em torno de US\$ 16,50 por hora, valor significativamente inferior ao praticado nas montadoras tradicionais, que variam entre US\$ 18 e US\$ 32 por hora. No contexto europeu, Celasun *et al.* (nesta edição) observam que regiões mais especializadas na produção de veículos ICEs têm registrado perdas relativas de emprego ou ganhos mais modestos desde 2017, quando a fabricação de EVs começou a se expandir. Além disso, os impactos da eletrificação são desiguais entre os trabalhadores, atingindo de forma mais intensa aqueles com escolaridade secundária e os mais jovens, especialmente na faixa etária entre 25 e 34 anos.

O debate em torno da transição tecnológica concentra-se, em grande medida, nos seus efeitos quantitativos e qualitativos sobre o emprego, sobretudo nas economias avançadas, historicamente marcadas pela presença de OEMs automotivas e grandes fornecedores. Os veículos à bateria (BEVs) estão diretamente associados à eliminação de um número expressivo de postos de trabalho em toda a cadeia de valor automotiva. Essa redução afeta não apenas a montagem final, mas também a produção de componentes-chave, como motores de combustão, sistemas de combustível, sistemas de escape, eixos e transmissões.

Permanece, contudo, a incerteza sobre a capacidade de absorção de parte desses empregos pela produção de tecnologias emergentes (Dupuis *et al.*, 2024). Como sintetiza (Olmos, 2022 *apud* Ramalho e Santos, 2024) “um

carro elétrico é feito com menos de um terço das peças” de um veículo a combustão, o que implica uma redução de até 25% no tempo de fabricação (Maciel, 2022 *apud* Ramalho e Santos, 2024). Projeta-se, portanto, um impacto potencialmente devastador para o emprego industrial, nos próximos anos.

Contudo, como destacam Boyer e Freyssenet (2001), coexistem diversas estratégias corporativas que interagem de formas distintas com os múltiplos arranjos institucionais em que se inserem. Nessa linha, análises como as de Cetrulo *et al.* (2023), tomando o caso europeu, mostram que a transformação da indústria automotiva é marcada por forte heterogeneidade: a transição energética, somada à automação e à digitalização, afeta de maneira desigual empresas e países.

Fatores como as capacidades organizacionais (por exemplo, a adoção de modelos *lean*), a proximidade de centros de P&D, os sistemas de formação profissional e o poder de negociação dos sindicatos têm contribuído para estruturar uma lógica de “núcleo-periferia”. Esse processo reconfigura profundamente tanto as cadeias de valor quanto o mercado de trabalho, com efeitos duais de criação e destruição de empregos, ao mesmo tempo em que aprofunda as assimetrias entre regiões centrais e periféricas na Europa.

Os países da Europa Central e Oriental (CEE) apresentam forte dependência de Investimentos Diretos Estrangeiros (IDEs), atraídos sobretudo pelos baixos custos de produção — em especial da mão de obra — e pela proximidade geográfica com os mercados da Europa Ocidental. Esse padrão confere a países como Polônia e Tchêquia um perfil industrial baseado em abundância de mão de obra barata, baixo nível de inovação e reduzido investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), ao mesmo tempo em que se especializam na exportação em grande escala de automóveis e componentes (Pavlínek, nesta edição). Nesse contexto, é pouco provável que a fabricação de veículos elétricos (EVs) provoque impactos tão negativos quanto em outras regiões mais intensivas em tecnologia, ainda que a redução do número de peças e componentes nos EVs, inevitavelmente, implique a eliminação de postos de trabalho.

Por outro lado, a indústria automotiva de países como a Itália vem se contraindo nos últimos anos, concentrando-se em modelos *premium* e de luxo, tradicionalmente produzidos em menor escala. De acordo com Bubbico

(nesta edição), o emprego em empresas de grande relevância simbólica, como a FIAT Chrysler Automobiles (FCA) — atualmente Stellantis — sofreu uma queda drástica entre 2019 e 2024, reflexo da escassez de investimentos em inovação de produtos e novos modelos. Nesse período, fábricas fechadas e divisões importantes, como Magneti Marelli e Iveco, acabaram sendo vendidas.

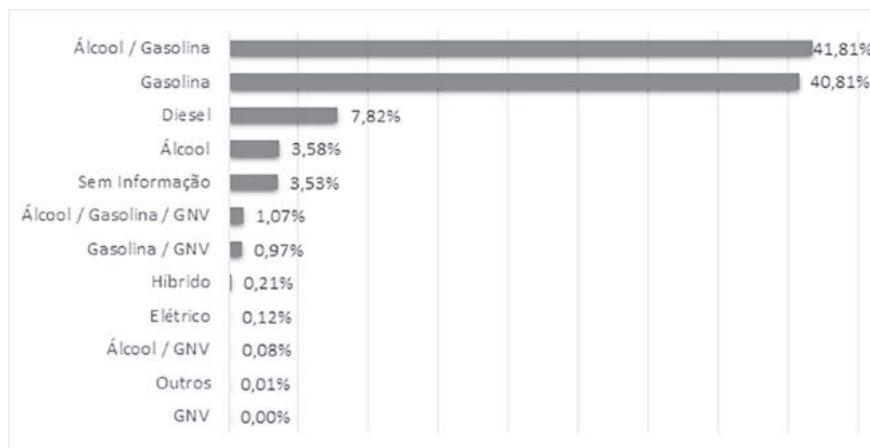
Fora do contexto europeu, dados da Agência Internacional de Energia (IEA) indicam que, em 2024, as vendas de carros elétricos na China ultrapassaram, pela primeira vez, as de veículos a combustão. O crescimento foi de quase 40% em relação ao ano anterior, ampliando ainda mais a participação chinesa no mercado global de EVs. Se em 2021 a China respondia por metade das vendas mundiais, em 2024 sua fatia subiu para quase dois terços. Pelo quarto ano consecutivo, a participação dos elétricos nas vendas nacionais aumentou cerca de dez pontos percentuais ano a ano.

Os preços altamente competitivos dos EVs no mercado chinês, combinados com uma política robusta de incentivos estatais, explicam parte desse desempenho. O governo oferece apoio financeiro aos consumidores para acelerar a renovação da frota, privilegiando a substituição por veículos elétricos. Em 2024, cerca de 6,6 milhões de consumidores solicitaram o benefício, sendo que 60% deles optaram por um EV. Mais de um terço dos mais de 11 milhões de carros elétricos vendidos no país naquele ano contou com esse tipo de incentivo (IEA, 2025).

Entretanto, um dado relevante na recente expansão dos EVs na China é o crescimento acelerado das vendas de veículos elétricos híbridos *plug-in*. A participação dos PHEVs no total de carros elétricos vendidos no país passou de cerca de 15% em 2020 para quase 30% em 2024. No mesmo período, a participação dos EREVs mais que quadruplicou, superando 10% em 2024. Esse avanço fez com que a fatia dos veículos totalmente elétricos (BEVs) recuasse de 80% em 2020 para menos de 60% em 2024 — ainda que, em termos absolutos, suas vendas tenham aumentado sete vezes, sinalizando seu apelo contínuo para novos consumidores.

Em contraste, no Brasil, a frota automotiva movida a combustão segue amplamente predominante, enquanto a participação dos veículos elétricos, em qualquer de suas modalidades, permanece marginal.

Figura 1 – Total da frota por tipo de combustível / jul-2024.



Fonte: SENATRAN (2024).

Com apenas 0,21% e 0,12% da frota em 2024, respectivamente, os veículos híbridos e elétricos ainda ocupam uma posição bastante residual no mercado brasileiro. Esse cenário, marcado pela manutenção em larga escala dos emplacamentos de veículos a combustão, representa, por um lado, um sinal de alerta para a agenda de descarbonização. Por outro lado, abre espaço para que o governo brasileiro formule uma estratégia de “transição justa”, na qual a reestruturação em curso tenha “seus impactos e prazos negociados entre sindicatos e empresas, de forma a mitigar a drástica perda de postos de trabalho” (Damasceno 2021 *apud* Ramalho e Santos, 2024).

### Os desafios da ação sindical no novo contexto

A mudança tecnológica e a transição para a descarbonização no setor automotivo têm repercussões profundas e heterogêneas sobre o emprego e as condições de trabalho (Cetrulo *et al.*, 2023). A reconfiguração da cadeia de valor decorrente da expansão dos veículos elétricos tende a reduzir postos de trabalho nas linhas de montagem, dado o menor número de componentes em comparação aos fornecedores de segundo e terceiro nível, responsáveis pela produção de peças e sistemas, que se tornam obsoletos nesse novo paradigma tecnológico (Cetrulo *et al.*, 2023).

Para os sindicatos, o atual contexto de implantação de novas tecnologias, como observa Lucio (2020, p. 1), “coloca na agenda sindical o desafio de elaborar novas estratégias de organização e de mobilização como forma de responder às iniciativas que reduzem o custo do trabalho, flexibilizam as regras para contratar e demitir, e acabam produzindo desemprego”.

Sindicatos que contam com poder institucional consolidado e regimes de conhecimento bem desenvolvidos podem exercer um papel proativo e eficaz na construção de uma transição mais justa (Pulignano *et al.*, 2023; Dupuis *et al.*, 2024). Em contraste, contextos com menor apoio institucional, marcados por sindicatos fragmentados ou de caráter predominantemente reativo, enfrentam maiores dificuldades para mitigar riscos e ampliar oportunidades para os trabalhadores (Pulignano *et al.*, 2023; Dupuis *et al.*, 2024). Nesse cenário, a capacidade de adaptar e fortalecer os sistemas de relações industriais, as políticas de qualificação e o diálogo social em múltiplos níveis torna-se crucial para assegurar que a transição gêmea seja, de fato, justa e sustentável, evitando “uma corrida para o fundo” em termos de condições de trabalho e emprego (Cetrulo *et al.*, 2023; Pulignano *et al.*, 2023; Dupuis *et al.*, 2024).

Na Alemanha, sindicatos, como o IG Metall, são descritos como proativos e estrategicamente bem equipados (Pulignano *et al.*, 2023; Dupuis *et al.*, 2024). Amparados por sólidos direitos de codeterminação, esses sindicatos têm acesso institucional privilegiado à informação e participam diretamente das decisões estratégicas da gestão, incluindo investimentos, organização do trabalho e introdução de novas tecnologias (Pulignano *et al.*, 2023; Dupuis *et al.*, 2024).

O regime de conhecimento sindical alemão, apoiado por instituições bem financiadas como a Fundação Hans Böckler, fornece pesquisa, formação e propostas programáticas que reforçam as estratégias sindicais (Pulignano *et al.*, 2023). Essa infraestrutura possibilita que o IG Metall e outros sindicatos negociem acordos orientados para o futuro (*Zukunftstarifverträge*), voltados a assegurar empregos, promover requalificação profissional e fomentar novos produtos ligados à eletromobidade, ainda que tais pactos possam implicar reduções moderadas de pessoal (Pulignano *et al.*, 2023; Dupuis *et al.*, 2024).

Em contraste, em países como a Bélgica, os sindicatos têm sido caracterizados como mais passivos e reativos (Pulignano *et al.*, 2023). Em geral, limitam-se a responder às propostas da gestão, concentrando-se sobretudo

na proteção imediata do emprego e das condições de trabalho, sem desenvolver uma estratégia mais ampla voltada a influenciar a transformação estrutural da indústria. Sua participação se limita basicamente à informação e consulta dos trabalhadores, e o seu regime sindical, menos financiado, se dedica a questões de longo prazo, como a transição gêmea (a dupla transição verde e digital) (Pulignano *et al.*, 2023).

O cenário italiano é mais heterogêneo. O estudo de Cirillo *et al.* (2020) sobre a *Motor Valley* mostra que, em empresas mais digitalizadas e com orientação corporativista — como a Lamborghini, marcada por forte influência alemã —, os sindicatos desempenham um papel mais proativo, intervindo tanto na implementação tecnológica quanto na organização do trabalho. Nessas situações, conseguiram, por exemplo, negociar limites ao uso de *softwares* de monitoramento (MES), a fim de evitar a vigilância individual da produção. Por outro lado, em empresas como a Bonfiglioli, a atuação sindical revela-se mais reativa, sobretudo nas fases iniciais de concepção e *design* das tecnologias (Cirillo *et al.*, 2020).

Na América do Norte, sindicatos como o United Auto Workers (UAW), nos Estados Unidos, e o Unifor, no Canadá, enfrentam desafios institucionais significativos. O apoio legislativo à voz dos trabalhadores é mais frágil e a resistência patronal à sindicalização, mais intensa. Embora tenham obtido conquistas importantes — como ganhos salariais e a inclusão de *joint ventures* de baterias nos contratos coletivos — ainda carecem da influência direta sobre decisões corporativas e políticas industriais que caracteriza a experiência sindical alemã (Dupuis *et al.*, 2024).

As ferramentas disponíveis para gerenciar os processos de reestruturação, como programas de redução de jornada e políticas de recolocação, existem, mas são fragmentadas e subutilizadas quando comparadas às alemãs. Além disso, a construção de solidariedade entre trabalhadores é dificultada pela competição entre plantas e empresas, frequentemente estimulada pela própria gestão como estratégia de divisão (Dupuis *et al.*, 2024).

No caso específico do Brasil, o sindicalismo — especialmente nos setores da economia — tem voltado atenção crescente ao processo de transição energética. Isso porque o debate na indústria envolve não apenas os riscos associados à descarbonização, mas também as ameaças ao emprego decorrente do avanço de novas tecnologias, plataformas digitais e da inteligência artificial. Essas transformações são compreendidas pelos sindicatos

como parte de uma disputa mais ampla em torno da construção de um novo modelo de desenvolvimento (CUT, 2021, p. 6-8).

No campo do sindicalismo metalúrgico, diretamente impactado pela transição energética, observa-se a adoção de iniciativas voltadas à reivindicação de participação nas decisões governamentais e empresariais que afetam o emprego e o mercado de trabalho. A manifestação de apoio explícito do sindicato dos metalúrgicos do ABC ao Nova Indústria Brasil (NIB), em 22 de janeiro de 2024, confirma uma tradição sindical construída ao longo das últimas décadas: o engajamento ativo na formulação de alternativas para enfrentar a crise da produção industrial na região.

Wellington Damasceno, diretor do sindicato, destacou a importância da iniciativa por recolocar “a indústria com um papel estratégico no desenvolvimento social, econômico e tecnológico do país”. Ressaltou ainda temas centrais para a entidade, “como o incentivo à descarbonização e o investimento em infraestrutura [...] e no fortalecimento de setores chaves como o automobilístico [...]” (Tribuna Metalúrgica, 2023, p. 3).

No debate sobre a eletrificação, o sindicato tem se posicionado em favor de alternativas que preservem os empregos, como no caso da decisão de retomar gradualmente as tarifas de importação de veículos elétricos. Para o presidente do sindicato, Moisés Selerges, a taxa “protege os empregos no Brasil e na nossa região do ABC. Também remete a novos investimentos e ao desenvolvimento de novas tecnologias no país” (Tribuna Metalúrgica, 2023, p. 3).

Segundo Aroaldo Oliveira da Silva, diretor do sindicato e presidente da IndustriALL Brasil, “o debate da mobilidade tem que [...] discutir o saldo para a sociedade e como essa nova remodelagem vai melhorar a qualidade de vida das pessoas” (Tribuna Metalúrgica, 2023, p. 3).

Na cartilha “Transição justa: uma proposta sindical para abordar a crise climática e social sobre transição justa”, elaborada pela CUT em 2021, há avanços importantes na pauta ao destacar a necessidade de que o processo de transição considere também dimensões sociais mais amplas. Entre elas estão as questões de gênero, o reconhecimento do valor econômico do trabalho não remunerado realizado pelas mulheres na esfera doméstica e do cuidado, bem como o enfrentamento de todas as formas de violência na vida e no trabalho, entre outros pontos (CUT, 2021, p. 44; cf. também CUT, 2023, p. 1-5).

## Considerações finais

A consolidação dos veículos elétricos no Brasil enfrenta obstáculos significativos, que incluem a resistência das montadoras tradicionais, as disputas no campo sindical e a estrutura produtiva dependente de investimentos externos. Embora iniciativas, como o Programa MOVER e outras voltadas à descarbonização, representem avanços, a autonomia tecnológica nacional permanece limitada, mantendo o país mais como receptor de inovações do que como protagonista de sua produção.

O avanço chinês e a reconfiguração da cadeia produtiva global ilustram a transição de um protagonismo historicamente ocidental, para um novo paradigma asiático, em que o controle sobre baterias e componentes redefine os fluxos de valor e de poder na indústria automotiva. Esse processo repercute diretamente no Brasil, que se vê diante do dilema de preservar empregos industriais de qualidade ao mesmo tempo em que precisa adaptar-se à lógica dos investimentos estrangeiros e à crescente centralização tecnológica.

Assim, procuramos destacar que a eletrificação da frota e automação impõem desafios ao Brasil e ao mundo não apenas em termos de perdas quantitativas de postos de trabalho, mas também no que se refere à qualificação e à inclusão dos trabalhadores nas novas cadeias produtivas do setor. Sindicatos em diferentes economias com tradição automotiva têm buscado implementar estratégias de “transição justa”, voltadas à inclusão social, à proteção do emprego e à participação nas decisões de reestruturação. No entanto, esses esforços esbarram em obstáculos institucionais diversos, que se revelam ainda mais complexos em contextos fragmentados ou marcados por baixa representatividade sindical.

Concluimos que uma verdadeira política de transição aponta para a necessidade de vincular incentivos produtivos, compromisso ambiental e salvaguardas sociais, evitando a chamada “corrida para o fundo” em termos de condições de trabalho e competitividade. Nesse sentido, a construção de um modelo de desenvolvimento industrial compatível com os objetivos de descarbonização e renovação tecnológica dependeria, de forma decisiva, de articulação entre Estado, empresas e sindicatos.

No caso brasileiro, em particular, a transição energética — e suas derivações, como a chamada transição gêmea — só parece sustentável e inclusiva se incorporar dimensões sociais mais amplas: a consideração das questões

de gênero, a valorização do trabalho, o enfrentamento da precarização e o fortalecimento da capacidade nacional de inovação.

## REFERÊNCIAS

ALOCHET, Marc (2020). *Rupture technologique et dynamique d'une industrie: la transition vers l'électromobilité*. Tese de doutorado, Institut Polytechnique de Paris, École Polytechnique, École Doctorale n°626 – École Doctorale de l'Institut Polytechnique de Paris (ED IP Paris), especialidade em Ciências da Gestão. Tese apresentada e defendida em Palaiseau, 18 de dezembro de 2020.

ASSIS, Vicente; HAGEMANN, Bjorn; FERREIRA, Bernardo (2016). O que aconteceu com a indústria automotiva no Brasil? *McKinsey & Company Brasil*. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/br/our-insights/blog-made-in-brazil/o-que-aconteceu-com-a-industria-automotiva-no-brasil>. Acesso em: 2 nov. 2025.

BANDELJ, Nina (2002). Embedded Economies: Social Relations as Determinants of Foreign Direct Investment in Central and Eastern Europe. *Social Forces*, [S. l.], v. 81, n. 2, p. 411-444, dez.

BOYER, Robert; FREYSSENET, Michel (2001). *Los modelos productivos*. Buenos Aires: Grupo Editorial Lumen.

BRANDAO, Vinícius H.; LIMA, Raphael J. da C. (2025). Dinâmicas de Poder na Indústria Automotiva: uma análise das políticas de eletrificação. *Revista Políticas Públicas & Cidades*, v. 14, p. 01-16.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (s.d.). Solicitar autorização de crédito financeiro no Programa MOVER. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/servicos/solicitar-autorizacao-de-credito-financeiro-no-programa-mover>. Acesso em: 2 nov. 2025.

BUBBICO, Davide (2026). O setor automotivo italiano entre reestruturação e transição para o carro elétrico: as recaídas industriais e ocupacionais. In: LIMA, Raphael J. da C.; RAMALHO, José Ricardo (Orgs.). *Indústria Automotiva em Transformação: eletromobilidade, novas tecnologias e transição justa*. 1. ed. São Paulo: Annablume.

CARMO, Marcelo J. et al. (2024). *The New Geography in the Global Automotive Industry*. 1. ed. New York: Nova Science Publishers, 2024. v. 1. 123p.

CELASUN, Oya; SHER, Galeno; TOPALOVA, Petia; ZHOU, Jing (2026). Carros e a Transição Verde: desafios e oportunidades para os trabalhadores europeus. In: LIMA, Raphael J. da C.; RAMALHO, José Ricardo (Orgs.). *Indústria Automotiva em Transformação: eletromobilidade, novas tecnologias e transição justa*. 1. ed. São Paulo: Annablume.

CETRULO, Armanda; DOSI, Giovanni; MORO, Angela; NELLI, Linnea; VIRGILLITO, Maria E. (2023). Automation, digitalization and decarbonization in the European automotive industry: A roadmap towards a just transition. *LEM Working Paper Series*, n. 2023/36, Scuola Superiore Sant'Anna, Laboratory of Economics and Management (LEM), Pisa.

CIRILLO, Valeria; RINALDINI, Matteo; STACCIOLI, Jacopo; VIRGILLITO, Maria E. (2020). Trade unions' responses to Industry 4.0 amid corporatism and resistance. *LEM Working Paper Series*, n. 2020/21, Scuola Superiore Sant'Anna, Laboratory of Economics and Management (LEM), Pisa.

CUT (2021). *Diálogos sobre a transição justa: Perspectivas globais e locais. Caso Rio Grande do Norte*. São Paulo: Central Única dos Trabalhadores.

CUT (2023). Governo retoma a agenda ambiental e CUT destaca debate de transição justa e trabalho. São Paulo, *CUT*, 14 abr.

DAL POGGETTO, Priscila (2011). Produção de veículos cresce 14,3% em 2010 e bate novo recorde. *G1*, São Paulo, 6 jan. Disponível em: <https://g1.globo.com/carros/noticia/2011/01/producao-de-veiculos-cresce-143-em-2010-e-bate-novo-recorde.html>. Acesso em: 2 nov. 2025.

DUPUIS, Mathieu *et al.* (2024). A Just Transition for Auto Workers? Negotiating the Electric Vehicle Transition in Germany and North America. *ILR Review*, v. 77, n. 5, p. 770-798. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/00197939241250001>. Acesso em: 2 nov. 2025.

FLIGSTEIN, Neil (2021). Innovation and the theory of fields. *AMS Review*, v. 11, p. 272-289. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13162-021-00202-2>. Acesso em: 2 nov. 2025.

FLIGSTEIN, Neil; DAUTER, Luke (2012). A Sociologia dos mercados. *Caderno CRH*, v. 25, n. 66, p. 481-504. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-49792012000300007>. Acesso em: 2 nov. 2025.

FLIGSTEIN, Neil; McADAM, Doug (2012). *A Theory of Fields*. New York: Oxford University Press.

ICARROS (2020). EV, BEV, PHEV, HEV: o que dizem as siglas nos elétricos. *iCarros*, São Paulo. Disponível em: <https://www.icarros.com.br/noticias/geral/ev,-bev,-phev,-hev-o-que-dizem-as-siglas-nos-eletricos-/28738.html>. Acesso em: 2 nov. 2025.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA) (2025). *Global EV Outlook 2025*. Paris: IEA. Disponível em: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/7ea38b60-3033-42a6-9589-71134f4229f4/GlobalEVOutlook2025.pdf>. Acesso em: 2 nov. 2025.

JACOBIDES, Michael G.; MACDUFFIE, John P.; TAE, C. Jennifer (2016). Agency, structure, and the dominance of OEMs: Change and stability in the automotive sector. *Strategic Management Journal*, v. 37, p. 1942-1967. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/smj.2426>. Acesso em: 2 nov. 2025.

JACOBIDES, Michael G.; MACDUFFIE, John P.; TAE, Jennifer (2023). Revisiting Desruption: Lessons from Automobile Transformation and Mobility Innovation. *Working Paper*. v. 6, 29 jul.

LIMA, Raphael J. da C.; SANTOS, Rafael C. (2021). Forjando a Política Automotiva Brasileira: incumbentes e desafiantes na construção do programa Inovar-Auto. *Revista Pós-Ciências Sociais*, v. 18, p. 355-380.

LIMA, Raphael J. da C.; DULCI, Joao. A. (2026). A. Estratégias das Multinacionais Automotivas em Economias Emergentes: a Ford no Brasil e na China. In: LIMA, Raphael J. da C.; RAMALHO, José Ricardo (Orgs.). *Indústria Automotiva em Transformação: eletromobilidade, novas tecnologias e transição justa*. 1. ed. São Paulo: Annablume.

LUCIO, Clemente (2020). Inovar sindicalmente para reindustrializar o Brasil, *Brasil Debate*, 9 dez.

LUETHJE, Boy; WU, Dan; ZHAO, Wei (2023). China's auto industry: regimes of production and industrial policy in the age of electric cars. *International Journal of Automotive Technology and Management*, v. 23, n. 1, p. 80-98.

MARQUES, Tamara A. A. L.; LIMA, Raphael J. da C. (2024). Estado, Multinacionais e Entidades Empresariais: a construção política do Programa Rota 2030. In: ZUCCARELLI, Carolina; VINUTO, Juliana; MONTEIRO, Cristiano (Orgs.). *Perspectivas Sociológicas Contemporâneas*. 1. ed. Niterói: Uaná Editora, p. 340-371.

MARX, Roberto; LARA, Felipe F; PELEGRINA, Juliano (2026). A Indústria Automotiva Brasileira: conquistas, dilemas e desafios para os próximos anos. In: LIMA, Raphael J. da C.; RAMALHO, José Ricardo (Orgs.). *Indústria Automotiva em Transformação: eletromobilidade, novas tecnologias e transição justa*. 1. ed. São Paulo: Annablume.

MOREIRA LIMA, Uallace (2024). Secretário de Desenvolvimento Industrial, Inovação, Comércio e Serviços do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC). *Entrevista concedida a Raphael Jonathas da Costa Lima e Lucas do Amaral Afonso*, 27 mar.

NÖLKE, Andreas; CLARR, Simone (2013). Varieties of Capitalism in Emerging Economies. *Transformation: Critical Perspectives on Southern Africa*, v. 81/82, p. 33-54.

NÖLKE, Andreas *et al.* (2014). Domestic Structures, Foreign Economic Policies and Global Economic Order: Implications from the Rise of Large Emerging Economies. *European Journal of International Relations*, v. 21, n. 3, p. 538-567, nov.

OLMOS, Marli (2022). Tributo do carro elétrico puxa diálogo com governo. *Valor Econômico*, 30 dez.

OLMOS, Marli (2023). A arte de seduzir um ex-metalúrgico. *Valor Econômico*, 19 abr.

PARDI, Tommaso; KRZYWDZINSKI, Martin; LUETHJE, Boy (2026). As Revoluções da Fabricação Digital como Projetos Políticos e Modismos: evidências do setor automotivo. In: LIMA, Raphael J. da C.; RAMALHO, José Ricardo (Orgs.). *Indústria Automotiva em Transformação: eletromobilidade, novas tecnologias e transição justa*. 1. ed. São Paulo: Annablume.

PAVLINEK, Petr (2026). Transição para a produção de veículos elétricos na indústria automotiva da Europa Oriental. In: LIMA, Raphael J. da C.; RAMALHO, José Ricardo (Orgs.). *Indústria Automotiva em Transformação: eletromobilidade, novas tecnologias e transição justa*. 1. ed. São Paulo: Annablume.

PERISSINOTTO, Renato (2023). *Ideias, Burocracia e Industrialização no Brasil e na Argentina*. Rio de Janeiro: Eduerj.

PULIGNANO, Valeria; HAUPTMEIER, Marco; FRANS, Dorien (2023). Determinants of union strategies towards the twin digital and green transitions in the German and Belgian automotive industry. *Transfer: European*

*Review of Labour and Research*, [S. l.], v. 29, n. 1, p. 121-138. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/10242589231158066>. Acesso em: 2 nov. 2025.

RAMALHO, José Ricardo G. P.; SANTOS, Rodrigo S. P.; LIMA, Raphael J. da C. (2024). Modelos de produção na manufatura: o que aconteceu com o fordismo e o pós-fordismo? In: GARZA TOLEDO, Enrique De la *et al.* (Orgs.). *Tratado latinoamericano de sociología del trabajo (II) Desafíos y debates en el século XXI*. 1. ed. Buenos Aires: CLACSO, p. 331-364.

RAMALHO, José Ricardo G. P.; SANTOS, Rodrigo S. P. (2024). A caminho da descarbonização na indústria automobilística no Brasil: impasses e desafios da proteção aos trabalhadores. In: CONCEIÇÃO, Jefferson *et al.* (Orgs.). *Da bomba ao plug: o Brasil, a descarbonização e a indústria automotiva*. 1ed. São Bernardo do Campo: Papagaio, v. 1, p. 448-462.

RAVACHE, Guilherme (2024). Crise de influencers, a vingança de Musk e cortes na BMW, Volks e Mercedes: bem-vindo ao mundo de salários menores e empregos piores. *Valor Econômico*, São Paulo, 28 out. Disponível em: <https://valor.globo.com/opiniao/guilherme-ravache/coluna/crise-de-influencers-a-vinganca-de-musk-e-cortes-na-bmw-volks-e-mercedes-bem-vindo-ao-mundo-de-salarios-menores-e-empregos-piores.ghtml>. Acesso em: 2 nov. 2025.

RÍSQUEZ RAMOS, Mario; RUIZ-GÁLVEZ, María E. (2024). The transformation of the automotive industry toward electrification and its impact on global value chains: Inter-plant competition, employment, and supply chains. *European Research on Management and Business Economics*, v. 30, n. 1.

SHAPIRO, Helen (1994). *Engines of Growth: The State and Transnational Auto Companies in Brazil*. New York: Cambridge University Press.

TRIBUNA METALÚRGICA (2023). Metalúrgicos do ABC sediam seminário sobre mobilidade para debater transição justa. *SMABC*, 11 ago.

WALMRATH, Lucas L. (2026). Entre a Eficiência, a Eletrificação e a Descarbonização: o papel do Estado brasileiro na difusão e regulação da indústria automotiva atual. In: LIMA, Raphael J. da C.; RAMALHO, José Ricardo (Orgs.). *Indústria Automotiva em Transformação: eletromobilidade, novas tecnologias e transição justa*. 1. ed. São Paulo: Annablume.

WOLFFENBUTTEL, Rodrigo F.; CONSONI, Flavia L. (2026). O Papel do Regime Político na Trajetória de Descarbonização da Indústria Automotiva Brasileira. In: LIMA, Raphael J. da C.; RAMALHO, José Ricardo (Orgs.).

*Indústria Automotiva em Transformação: eletromobilidade, novas tecnologias e transição justa*. 1. ed. São Paulo: Annablume.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROSS, Daniel A. (2004). *A máquina que mudou o mundo*. Rio de Janeiro: Campus – Elsevier.

ZHAO, Wei; LUETHJE, Boy (2025). Manufacturing Competency from Local Clusters: Roots of the Competitive Advantage of the Chinese Electric Vehicle Battery Industry. *World Electric Vehicle Journal*, 16, 319. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/wevj16060319>. Acesso em: 2 nov. 2025.