



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA – UFU
INSTITUTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS - IERI

GEOVANNA BRILHANTE GUIMARÃES

**A TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA E AS TRANSFORMAÇÕES NA CADEIA
GLOBAL DE VEÍCULOS ELÉTRICOS ENTRE BRASIL E CHINA.**

UBERLÂNDIA - MG

2026

GEOVANNA BRILHANTE GUIMARÃES

**A TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA E AS TRANSFORMAÇÕES NA CADEIA
GLOBAL DE VEÍCULOS ELÉTRICOS ENTRE BRASIL E CHINA.**

Monografia apresentada ao Instituto de Economia e
Relações Internacionais da Universidade Federal de
Uberlândia como requisito parcial para obtenção do
título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Clésio Lourenço Xavier

UBERLÂNDIA - MG

2026

GEOVANNA BRILHANTE GUIMARÃES

**A TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA E AS TRANSFORMAÇÕES NA CADEIA
GLOBAL DE VEÍCULOS ELÉTRICOS ENTRE BRASIL E CHINA.**

Monografia apresentada ao Instituto de Economia e
Relações Internacionais da Universidade Federal de
Uberlândia como requisito parcial para obtenção do
título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Clésio Lourenço Xavier

Uberlândia, 22 de julho de 2026.

Banca examinadora:

Prof. Clésio Lourenço Xavier

Prof. Cássio Garcia Ribeiro Soares da Silva

Prof. Ricardo José dos Santos

RESUMO

A intensificação das mudanças climáticas e os compromissos de redução de emissões de gases de efeito estufa aceleraram a transição energética na indústria automobilística, marcando a substituição gradual dos motores a combustão interna por veículos elétricos. Essa mudança representa uma reconfiguração na estrutura produtiva e na distribuição de valor nas Cadeias Globais de Valor (CGV) desse setor, deslocando a centralidade da engenharia mecânica para atividades intensivas em química de materiais, semicondutores, eletrônica e baterias. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar os impactos da transição energética nos fluxos de comércio exterior entre Brasil e China no setor automobilístico. A pesquisa fundamenta-se principalmente na teoria de Cadeias Globais de Valor, utilizando dados de comércio internacional da base UN Comtrade organizados nas etapas da cadeia produtiva: *upstream*, *midstream* e *downstream*. Os resultados indicam que a China consolidou sua liderança global por meio de uma integração vertical bem-sucedida, dominando desde o refino de minerais críticos até a manufatura de células de bateria e a montagem final. Em contrapartida, a inserção do Brasil revelou-se de caráter primário-exportador, com 91% das suas exportações para a China concentradas no segmento *upstream* (extração mineral e processamento inicial). Simultaneamente, os dados revelam que o Brasil apresenta forte dependência tecnológica na importação de componentes industriais avançados (*midstream*), como baterias de íon-lítio, e de veículos elétricos acabados (*downstream*) provenientes do mercado chinês. Conclui-se que a mera abundância de recursos naturais estratégicos não garante a captura de valor econômico e que o futuro da indústria nacional dependerá da sua capacidade de avançar na agregação de valor tecnológico e industrial.

Palavras-chave: Veículos Elétricos; Cadeias Globais de Valor; Transição Energética; Relações Comerciais Brasil-China; Indústria Automobilística.

ABSTRACT

The intensification of climate change and commitments to reducing greenhouse gas emissions have sped up the energy transition in the automotive industry, marking the gradual replacement of internal combustion engines with electric vehicles. This shift represents a reconfiguration in the production structure and value distribution in the Global Value Chains (GVCs) of this sector, moving the focus from mechanical engineering to activities focused on materials chemistry, semiconductors, electronics, and batteries. In this context, the present work aims to analyze the impacts of the energy transition on foreign trade flows between Brazil and China in the automotive sector. The research is mainly based on Global Value Chain theory, using international trade data from the UN Comtrade database organized into the production chain stages: upstream, midstream, and downstream. The results show that China has solidified its global leadership through a successful vertical integration, controlling everything from refining critical minerals to manufacturing battery cells and final assembly. On the other hand, Brazil's role turned out to be mostly primary exporting, with 91% of its exports to China coming from the upstream segment (mineral extraction and initial processing). At the same time, the data shows that Brazil relies heavily on technology imports for advanced industrial components (midstream), like lithium-ion batteries, and finished electric vehicles (downstream) from the Chinese market. It can be concluded that just having an abundance of strategic natural resources doesn't guarantee capturing economic value, and the future of the national industry will depend on its ability to move forward in adding technological and industrial value.

Keywords: Electric Vehicles; Global Value Chains; Energy Transition; Brazil-China Trade Relations; Automotive Industry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Primeiro Protótipo do Veículo Elétrico no final de 1880.....	14
Figura 02: Diferenças estruturais e composição de custos entre motores de combustão interna e carros elétricos a bateria.....	21
Figura 03: Balança global de oferta e demanda de veículos elétricos e fluxos de exportação.....	22
Figura 04: Fluxograma de processos produtivos e distribuição de valor agregado eletrificação.....	25
Figura 05: Arquétipos que representam preocupações estratégicas para indústrias automobilísticas	28
Figura 06: Curva Sorriso da Cadeia de Valor de Veículos Elétricos	29

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01: Preço de metais de bateria (esquerda) e baterias de íons do lítio (direita) - (2015-2025)	17
Gráfico 02: Participação nas vendas de baterias de veículos elétricos no mundo por sede do fabricante (2022-2024) - %	19
Gráfico 03: Vendas Globais de carros elétricos (2014-2024)	20
Gráfico 04: Composição Setorial das Exportações Brasileiras para a China (2025)	33
Gráfico 05: Balança Comercial do Refino Químico entre Brasil e China (2015-2025)	35
Gráfico 06: Comparativo de Preço Médio Ponderado por Peso Líquido (US\$/kg) (2025)	37
Gráfico 07: Evolução Histórica das Importações de Veículos no <i>Downstream</i> (2015-2025)	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Produtos selecionados e classificação por etapa da CGV dos veículos elétricos	32
Tabela 02: Participação da China nas Importações Brasileiras de Componentes Críticos do <i>Midstream</i> (2025)	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BEV: Veículos Puramente Elétricos (*Battery Electric Vehicle*)
BMS: Sistemas de Gerenciamento de Bateria (*Battery Management System*)
BNDES: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BYD: *Build Your Dreams*
CARB: *California Air Resources Board*
CATL: *Contemporary Amperex Technology Co. Limited*
CGV: Cadeias Globais de Valor
EBA: *European Battery Alliance*
EEA: *European Environment Agency*
FCEV: Veículo Movido a Célula a Combustível (*Fuel Cell Electric Vehicle*)
GEE: Gases de Efeito Estufa
HEV: Veículos Híbridos (*Hybrid Electric Vehicle*)
HS: Sistema Harmonizado (*Harmonized System*)
ICE: Motores de Combustão Interna (*Internal Combustion Engine*)
ICEV: Veículos com Motor a Combustão (*Internal Combustion Engine Vehicle*)
IEA: Agência Internacional de Energia (*International Energy Agency*)
LFP: Lítio Ferro Fosfato
MCI: Motor a Combustão Interna
NMC: Níquel Manganês Cobalto
OEM: Montadoras Originais de Equipamentos (*Original Equipment Manufacturer*)
ONU: Organização das Nações Unidas
P&D: Pesquisa e Desenvolvimento
PHEV: Veículos Elétricos Plug-in (*Plug-in Hybrid Electric Vehicle*)
SAIC: *Shanghai Automotive Industry Corporation*
UE: União Europeia
UN: Nações Unidas (*United Nations*)
VE(s): Veículo(s) Elétrico(s)
ZEV: Veículos de Emissão Zero (*Zero Emission Vehicle*)

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
CAPÍTULO 01 – A TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA	13
1.1 – Evolução do Setor Automobilístico	13
1.2 - O Ressurgimento dos Veículos Elétricos	15
1.3 – A Inserção dos Veículos Elétricos nas Cadeias Globais de Valor	16
CAPÍTULO 02 — ORGANIZAÇÃO PRODUTIVA DA CADEIA GLOBAL DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS	21
2.1 – A Concentração da Produção e Liderança Chinesa.....	22
2.2 – A Estrutura Produtiva da Cadeia Global de Valor dos Veículos Elétricos	24
2.3 – Posicionamento dos Países e Captura de Valor na CGV	26
CAPÍTULO 03 — RELAÇÃO COMERCIAL ENTRE BRASIL E CHINA NA CADEIAS DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS.....	31
3.1 – A Exportação Brasileira de Minerais e Insumos Químicos	32
3.2 – A Assimetria de Valor entre Componentes Industriais e Insumos Básicos	36
3.3 – A Dependência Tecnológica Brasileira na Importação de Baterias e Veículos.....	39
CONCLUSÃO.....	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

INTRODUÇÃO

A intensificação das mudanças climáticas, principalmente, associada aos compromissos internacionais de redução das emissões de gases de efeito estufa, tem acelerado a transição energética em diversos setores da economia mundial, entre eles, a indústria automobilística. Nesse cenário, a substituição gradual dos motores a combustão interna por sistemas de propulsão elétrica não se limita apenas a uma troca de matriz energética, mas de uma reconfiguração da estrutura produtiva, dos padrões de concorrência internacional e da distribuição do valor agregado entre os países, deslocando a importância econômica da engenharia mecânica para atividades intensivas em química de materiais, eletrônica, semicondutores, software e produção de baterias.

Diante desse contexto, de que forma a transição energética e a consolidação da indústria de veículos elétricos reconfigura os fluxos de comércio entre Brasil e China e quais são as implicações desse processo para a inserção brasileira nas Cadeias Globais de Valor da indústria automobilística? A relevância dessa discussão reside no fato de que a atual reorganização produtiva poderá definir novas hierarquias internacionais, ampliando ou reduzindo as oportunidades de desenvolvimento industrial dos países nas próximas décadas. Compreender como Brasil e China se posicionam nessa transformação torna-se, portanto, fundamental para avaliar os desafios e as possibilidades de *upgrading* produtivo da economia brasileira.

O eixo central dessa análise fundamenta-se, principalmente, na literatura de Cadeias Globais de Valor (CGV). A partir das formulações de autores como Gereffi, Humphrey e Sturgeon (2005), entende-se que as indústrias modernas operam em redes transnacionais geograficamente fragmentadas. Essa literatura é fundamental para diagnosticar como ocorre a distribuição do valor agregado nas diferentes etapas produtivas — desde a extração de minerais críticos na base da cadeia (*upstream*), passando pela manufatura avançada de células de bateria e semicondutores (*midstream*), até a montagem e prestação de serviços (*downstream*). Essa abordagem mostra-se especialmente adequada para compreender a reorganização da indústria automobilística decorrente da eletrificação e os diferentes padrões de especialização observados entre Brasil e China.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar os impactos da transição energética nos fluxos do comércio exterior entre Brasil e China no setor automobilístico. Busca-se investigar a forma como o Brasil, país detentor de abundantes reservas de minerais estratégicos e de um parque industrial automotivo consolidado, insere-se

nessa nova configuração liderada pela China, que hoje domina o processamento de insumos e a manufatura tecnológica das baterias. Para isso, são analisados dados de comércio internacional obtidos na base UN *Comtrade*, organizados conforme as principais etapas da cadeia, permitindo examinar os padrões de especialização produtiva, a intensidade tecnológica dos produtos comercializados e as relações de dependência existentes entre os dois países.

Para atingir os objetivos propostos, esta monografia está estruturada em três capítulos. O primeiro resgata a trajetória tecnológica da indústria automobilística, abordando a competição histórica, a hegemonia do motor a combustão interna e os determinantes institucionais e ambientais que impulsionaram o recente ressurgimento dos veículos elétricos. O segundo capítulo analisará a organização produtiva da cadeia global dos veículos elétricos, destacando a reconfiguração do setor, a importância da Curva Sorriso para a compreensão da captura de valor e a consolidação das assimetrias globais, com protagonismo chinês. Por fim, o terceiro capítulo examinará os fluxos comerciais entre Brasil e China relacionados à eletromobilidade, analisando a participação de ambos os países nas diferentes etapas da cadeia produtiva, a fim de diagnosticar o padrão de especialização primário-exportador brasileiro, os gargalos na agregação de valor e a crescente dependência tecnológica estrutural frente à economia asiática.

CAPÍTULO 01 – A TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

A indústria automobilística ocupa posição central na economia mundial desde o início do século XX. Ao longo de sua história, o setor foi protagonista de diferentes ondas de transformação tecnológica, que reconfiguraram não apenas a organização industrial, mas também padrões de comércio, urbanização e consumo energético. A atual transição energética, marcada pela ascensão dos veículos elétricos, insere-se nesse movimento histórico de mudanças estruturais. A compreensão desse processo exige retomar o desenvolvimento da indústria automobilística desde seus primórdios, o predomínio do motor a combustão interna e, mais recentemente, o ressurgimento dos veículos elétricos como alternativa viável.

1.1 – Evolução do Setor Automobilístico

A evolução do setor automobilístico ilustra de forma exemplar a interação entre tecnologia, economia e instituições. Desde os primeiros experimentos, coexistiram alternativas de propulsão — vapor, elétrico e combustão interna —, mas a prevalência do motor a combustão interna (MCI) não decorreu apenas de sua eficiência, e sim de um conjunto de fatores econômicos e institucionais que geraram retornos crescentes e elevados custos de transição para outro modelo produtivo. Segundo Bolt (2023), “os veículos elétricos (VEs) na verdade são anteriores aos carros movidos a gasolina. Na década de 1830, havia protótipos experimentais de veículos elétricos na Hungria, Holanda e Reino Unido”. A figura 1 mostra o primeiro protótipo de VE apresentado em uma conferência, que utilizava de uma bateria descartável alimentada por petróleo bruto para mover as rodas. Mas foi somente no final da década de 1880 que William Morrison, um químico, combinou baterias e motores elétricos para criar o primeiro veículo elétrico prático, que se baseou em um modelo parecido com uma carruagem de Surrey puxada por cavalos.

Figura 1: Primeiro Protótipo do Veículo Elétrico no final de 1880.



Fonte: Bolt (2023).

O período inicial da indústria automobilística, entre 1885 e 1905, correspondeu a uma fase de experimentação tecnológica típica da Segunda Revolução Industrial, movida pelo uso e aplicação militar. No caso automobilístico, havia pelo menos três modelos em disputa — vapor, combustão interna e eletricidade — que dependia tanto de avanços técnicos quanto de contextos institucionais e de mercado. Segundo Barassa (2015), o motor a vapor, herdeiro da Primeira Revolução Industrial, simbolizava a continuidade da engenharia termodinâmica, enquanto o motor elétrico era como uma alternativa promissora, porém dependente de avanços em baterias e redes de eletrificação.

Segundo Barassa (2015, p. 05), “uma vantagem inicial que uma tecnologia proporciona pode vir a desencadear o efeito “bola de neve”, que impulsiona outras empresas a adotar determinada tecnologia”. No caso da indústria automobilística, a ausência de uma rota dominante até 1905 reflete um regime em disputa, no qual barreiras técnicas e custos econômicos limitavam a adoção massiva de cada alternativa. Segundo Cowan & Húltén (1996, *apud* Barassa, 2015, p. 24), os três modelos enfrentavam os seguintes desafios:

as deficiências dos carros a gasolina eram o barulho emitido, um problema ainda sem solução, a dificuldade de partida, o grande consumo de água, baixa autonomia e baixa velocidade máxima... Os problemas com os carros a vapor eram: necessidade de pré-aquecimento 20 minutos antes do deslocamento do veículo e grande consumo de água... Os maiores desafios para os carros elétricos eram a incapacidade de subir ladeiras, baixa autonomia e baixa velocidade máxima.

A respeito do fortalecimento do motor a combustão interna, alguns fatores contribuíram para o seu desenvolvimento, como por exemplo a utilização de economias de escala – redução do custo médio de produção de um determinado bem à medida que a sua quantidade produzida aumenta – na fabricação de motores proporcionou a diminuição gradativa dos custos produtivos (Barassa, 2015, *apud* Unruh, 2000, p. 820). Assim, a indústria

automobilística norte-americana consolidou sua liderança não apenas pela disponibilidade de petróleo, mas pela expansão de um mercado interno integrado e de empresas capazes de explorar retornos crescentes de escala.

Além disso, a expansão do mercado e do conhecimento sobre o motor a combustão interna fez com que as incertezas quanto ao sucesso de outras tecnologias, como aquelas voltadas à energia e baterias elétricas, fossem atenuadas. O Motor a combustão interna (MCI), se encontrou em um estado de *lock-in*, que “emerge a partir de combinadas interações entre sistemas tecnológicos e instituições de suporte” (Barassa, 2015, apud Unruh, 2000, p. 825), em que infraestruturas energéticas e industriais eliminam alternativas concorrentes. O setor automobilístico foi fortemente apoiado por um conjunto de empresas e organizações que surgiram através da necessidade de alinhamento industrial das atividades ligadas ao processo P&D (Pesquisa e Desenvolvimento), produção e comercialização dos motores a combustão interna e seus subsistemas. Ou seja, o sucesso do motor a combustão interna deu-se mediante a integração das empresas que compunham toda a cadeia automobilística, desde a empresa responsável pela produção do motor e seus componentes até mesmo os postos de abastecimento e oficinas de manutenção mecânica, cada uma desempenhando sua respectiva competência.

1.2 - O Ressurgimento dos Veículos Elétricos

Nesse período, os veículos elétricos sofriam muitos problemas, “devido às limitações associadas às baterias e ao rápido avanço dos veículos a combustão interna, o que fez com que desaparecessem de cena desde 1930” (Chan, 2007, p. 706). “Quase um século após serem superados por modelos propulsionados por motores a combustão, os veículos elétricos reapareceram no cenário automotivo mundial” (Castro e Ferreira, 2010, p. 268). Embora a ideia do veículo elétrico não seja nova, sua difusão contemporânea foi “motivada por fatores como a superação de entraves tecnológicos, as preocupações ambientais e a segurança energética dos países” (Castro e Ferreira, 2010, p. 269).

Além disso, “A Rio-92 foi um evento da Organização das Nações Unidas (ONU) que marcou por despertar maior conscientização global pela melhoria da qualidade do ar nas cidades, pela redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) e pela substituição de combustíveis fósseis por energias alternativas” (Barros et. al., 2015, p. 301). Nesse sentido, o setor automotivo retomou o interesse pela eletrificação e foi a busca por veículos mais eficientes e com menor impacto ambiental. Esse processo de retomada foi intensificado por políticas públicas e regulações ambientais, especialmente em países desenvolvidos. Na União Europeia,

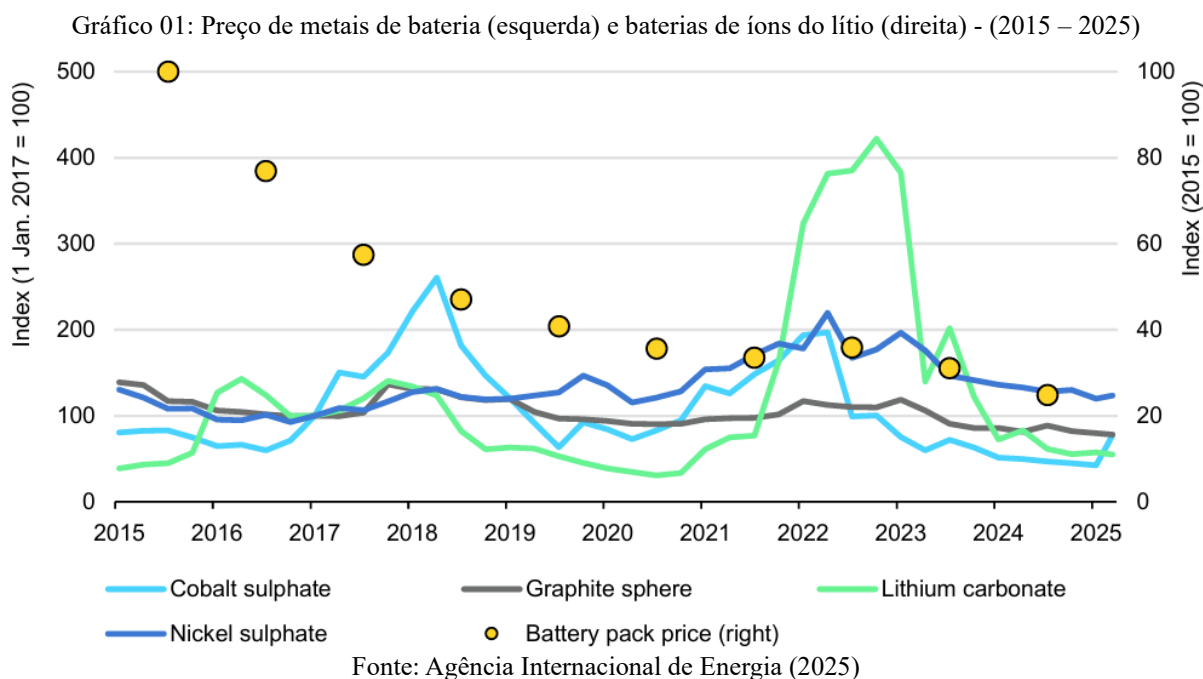
a implementação de padrões de emissões progressivamente mais rigorosos, como o Euro 5 em 2009 e o Euro 6 em 2014, obrigou as montadoras a investir em tecnologias mais limpas. Nos Estados Unidos, a Califórnia se destacou com o Programa de Veículos de Emissão Zero (ZEV), que, desde os anos 1990, impôs cotas mínimas de veículos de baixas emissões às fabricantes. Na China, o governo desempenhou um papel central ao combinar subsídios diretos à compra de veículos elétricos, investimentos maciços em infraestrutura de recarga e apoio estratégico às empresas nacionais de baterias. Essas medidas criaram um ambiente institucional que não apenas reduziu incertezas tecnológicas, mas também ajuda a acelerar a difusão do veículo elétrico no mercado mundial.

1.3 – A Inserção dos Veículos Elétricos nas Cadeias Globais de Valor

Mas afinal o que é um veículo elétrico? Essa questão é fundamental para compreender as transformações recentes do setor automotivo. Segundo Chan (2002, p. 247), o “veículo elétrico (VE) é um veículo rodoviário que envolve propulsão elétrica”. Com essa definição em mente, do ponto de vista tecnológico, o veículo elétrico pode assumir diferentes configurações — puramente elétrico (BEV), híbrido (HEV/PHEV) ou movido a célula a combustível (FCEV). Em todos os casos, o elemento central é a substituição do motor de combustão interna por um sistema de tração elétrica, organizados em torno de baterias de alta capacidade — que de acordo com Knauf Automotive (2025), a bateria de um veículo elétrico pode representar entre 30% e 50% do custo total de fabricação, devido ao elevado custo de matérias-primas como lítio, cobalto e níquel —, além de inversores de potência e motores elétricos de alto desempenho. Esse rearranjo desloca a base tecnológica da indústria automotiva, onde perdem relevância sistemas como exaustão, transmissão complexa, lubrificação e injeção de combustível, enquanto ganham centralidade as baterias de íon-lítio, a eletrônica de potência e o software de gerenciamento. Trata-se, portanto, de um processo de reconfiguração da complexidade produtiva, no qual a sofisticação tecnológica deixa de estar concentrada nos componentes de mecânica fina — como câmbio, escapamento, bomba de combustível e sistemas de arrefecimento, característicos do motor a combustão interna — e passa a se reorganizar nos veículos elétricos. Segundo Gala (2025), embora apresentem arquitetura mais simples e com menor número de peças, esses veículos demandam cadeias produtivas intensivas em insumos químicos e eletrônicos de alta complexidade.

Ainda Segundo Gala (2025), “essa simplicidade se traduz em menor necessidade de manutenção”, ou seja, um veículo elétrico não necessita dos custos de manutenção de um carro

a combustão, como trocas de óleo, filtros de ar do motor, velas de ignição, embreagem, além disso, sistemas de frenagem regenerativa também reduzem o desgaste das pastilhas de freio, quanto os sistemas de transmissão são muito mais simples, com apenas uma marcha. Com isso, os custos de manutenção ao longo do tempo tendem a ser mais baixos, o que atrai consumidores. Desse modo, na produção de veículos elétricos ocorre a eliminação de grande parte dos componentes tradicionais da mecânica automotiva, o que explica seu menor custo de manutenção em comparação aos veículos com motor a combustão interna. Todavia, CPqD (2015, apud Jussani et. al, 2015) afirma que os custos de produção seguem sendo bastante superiores, sobretudo em função da introdução de componentes de elevada densidade tecnológica, como baterias de íon-lítio, semicondutores de potência e softwares de gerenciamento



Apesar desse custo inicial elevado, a trajetória recente indica uma forte tendência de redução desse custo. “A queda no custo do lítio também deve diminuir o preço das baterias por conta da abertura de novas minas para atender a alta demanda esperada do mercado” (Costa et. al, 2022). Com a queda desses componentes que fazem parte da fabricação da bateria, consequentemente o preço do veículo elétrico também reduzirá. O preço médio das baterias de íon-lítio, caiu 14% de 2022 a 2023, para um recorde de US\$ 139/kWh, de acordo com a análise do provedor de pesquisa BloombergNEF (2023). Essa queda progressiva altera de forma decisiva a competitividade dos veículos elétricos. Além disso, quando se considera o custo total

de propriedade – combina informações sobre custos de aquisição, custos contínuos, como abastecimento/carregamento e manutenção, bem como financiamento (IEA, 2025) –, projeções da Agência Internacional de Energia indicam que os VEs já apresentam, em vários mercados, menor custo por quilômetro rodado em comparação aos veículos a combustão interna, devido ao menor preço da eletricidade frente aos combustíveis fósseis e à menor necessidade de manutenção. Em países com forte subsídio ou tarifas energéticas estáveis, como a China e alguns membros da União Europeia, essa diferença se amplia, acelerando a difusão dos VEs.

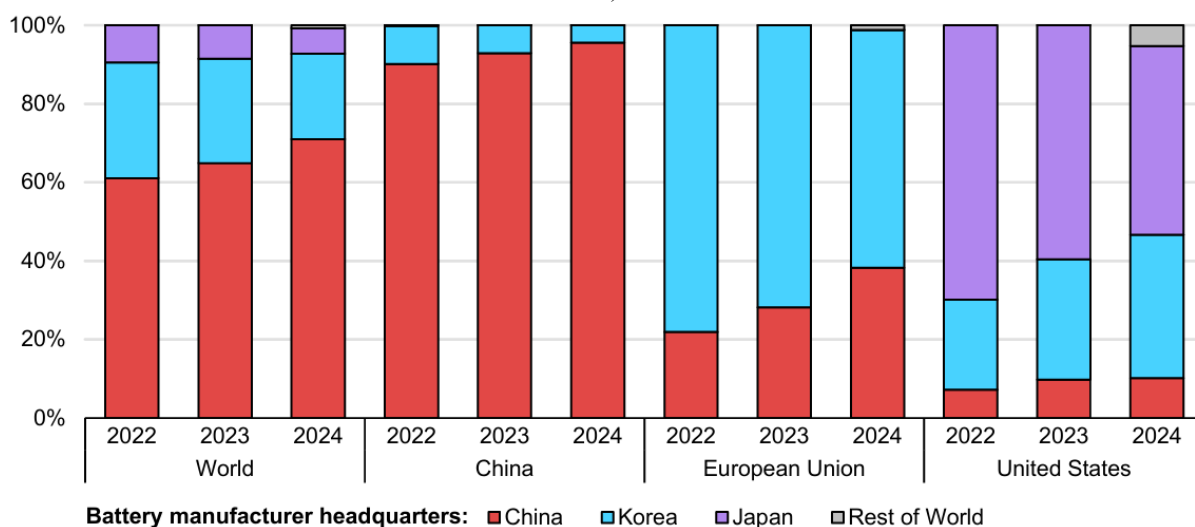
Esse ponto é fundamental, pois evidencia uma *transição tecnológica*, que anteriormente a vantagem comparativa se assentava no domínio da engenharia mecânica e de sistemas associados à propulsão a combustão, agora ela se desloca para o acesso a minerais estratégicos, ao refino químico, à produção de células de bateria e ao desenvolvimento da eletrônica embarcada. Em consequência, a complexidade produtiva migra para setores intensivos em insumos químicos, eletrônicos e digitais, de forma que essa dinâmica se encontra intrinsecamente vinculada à *transição energética*, uma vez que a adoção de matrizes mais limpas de mobilidade não se restringe a transformações industriais, mas implica também a reorganização das *cadeias globais de valor* e a redefinição das estratégias de especialização produtiva dos países.

Nesse sentido, a ascensão dos veículos elétricos reposiciona as *cadeias globais de valor*, beneficiando países ricos em minerais estratégicos, como lítio e níquel, e nações com domínio tecnológico em baterias e semicondutores, como a China e a Coreia do Sul. Segundo Gereffi, Humphrey e Sturgeon (2005, apud Jussani et. al., 2016, p. 02),

a indústria automotiva pode ser considerada um exemplo típico de cadeia produtiva comandada pelo produtor. Com a difusão do modelo de produção da Toyota, a indústria se reorganizou formando uma rede de empresas subcontratadas, permitindo às montadoras “jogar” para fora parte do processo produtivo e focar em suas competências centrais.

Desse modo, setores produtores desses bens complexos organizam-se em redes globais fragmentadas, nas quais diferentes países se especializam em etapas distintas do processo produtivo. No caso dos veículos elétricos, a fragmentação é nítida. Abaixo, no gráfico 02, é apresentado a participação nas vendas de baterias, em 2024, a China domina o refino de minerais críticos e a fabricação de baterias, respondendo por mais de 70% da capacidade global instalada na produção de baterias – componente essencial dos veículos elétricos.

Gráfico 02: Participação nas vendas de baterias de veículos elétricos no mundo por sede do fabricante (2022-2024) - %

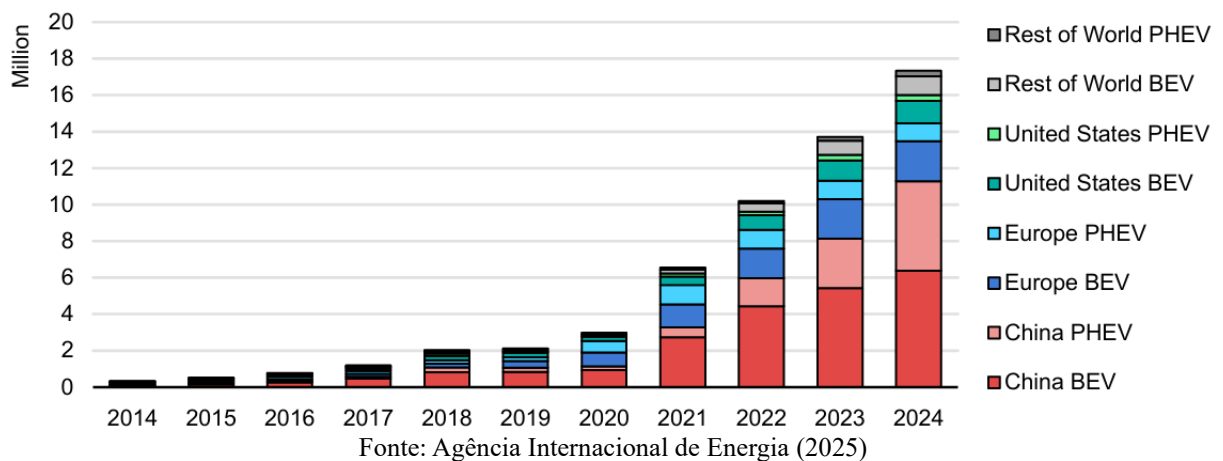


Fonte: Agência Internacional de Energia (2025)

Ainda segundo o gráfico, o Japão e Coreia do Sul também disputam o mercado de baterias elétricas, com inovação em química de baterias e eletrônica de potência, enquanto países da América Latina, da África e da Ásia, nem aparecerem como *players* nesse mercado, mas concentram-se no fornecimento de insumos primários, como lítio, níquel e cobalto, não capturando quase nada do valor agregado desse processo. Como reconhece Jussani et al. (2016, p. 14), “as cadeias produtivas dos VEs japoneses e sul-coreanos ainda em fase de consolidação são cadeias de agregação de valor local e não global, sendo o suprimento de matérias-primas o elo em que mais se evidencia a integração internacional”.

Essa transformação já é perceptível nos dados recentes. De acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA), as vendas globais de veículos elétricos ultrapassaram 17 milhões em 2024 – “vendas” representa uma estimativa do número de veículos novos que chegam às estradas. No gráfico 03, é possível notar como a China responde sozinha por aproximadamente 64,7% das vendas globais, evidenciando sua estratégia de integração vertical em mineração, produção de células de bateria e manufatura automotiva.

Gráfico 03: Vendas Globais de carros elétricos (2014 – 2024)



No entanto, essa rápida expansão expõe também vulnerabilidades estruturais. A escassez e a concentração geográfica dos minerais estratégico, como apontam Jussani et. al (2016, p. 06), “sendo o lítio um minério escasso e com reservas concentradas em poucos países, vislumbra-se uma forte tendência de busca por materiais alternativos”, criam assimetrias significativas – o chamado “triângulo do lítio” (Chile, Argentina e Bolívia) e a República Democrática do Congo no caso do cobalto – que assumem posição estratégica no fornecimento de insumos, mas permanecem à margem do processo de captura de valor, já que o refino e a fabricação de baterias estão fortemente centralizados na China. Tal configuração evidencia a dependência da indústria automobilística mundial em relação a um número reduzido de países.

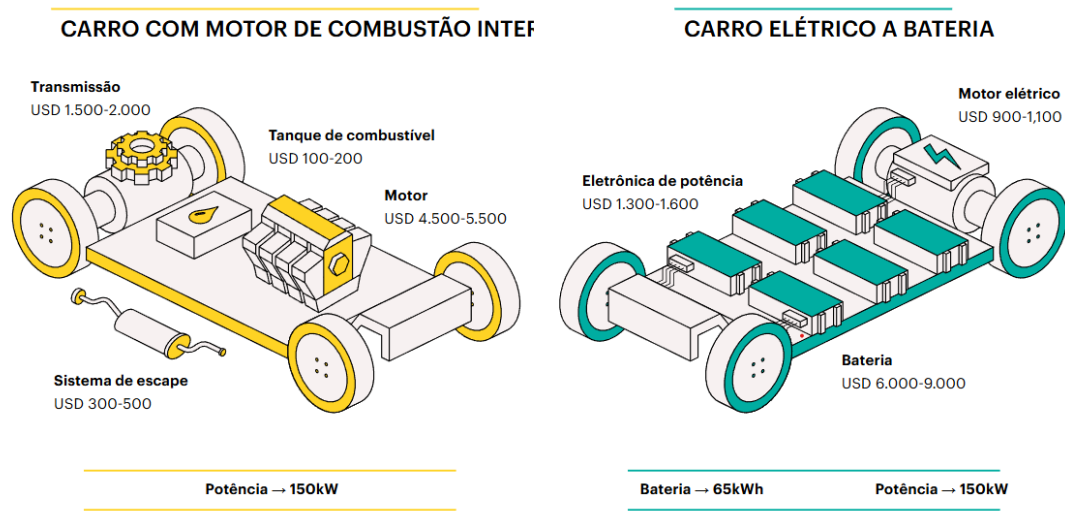
Em síntese, a transição tecnológica da indústria automobilística demonstra como novas estruturas produtivas emergem da interação entre ciência, tecnologia, instituições e mercados. O deslocamento da complexidade produtiva da mecânica automotiva para setores intensivos em química de materiais, eletrônica e software tem reorganizado as cadeias globais de valor, beneficiando países com domínio tecnológico ou acesso privilegiado a minerais estratégicos, como China e Coreia do Sul. Nesse rearranjo, o Brasil ainda desempenha um papel periférico, ou seja, sua indústria automotiva permanece fortemente ancorada no motor a combustão interna, enquanto iniciativas relacionadas à produção de lítio e níquel ainda são incipientes e pouco integradas às cadeias globais de alto valor agregado. Essa condição evidencia a dificuldade de romper com a dependência estrutural de combustíveis fósseis e antecipa a posição brasileira frente à China nesse setor que será analisada no próximo capítulo.

CAPÍTULO 02 — ORGANIZAÇÃO PRODUTIVA DA CADEIA GLOBAL DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS

A ascensão dos veículos elétricos (VEs) no início do século XXI redefine, não somente o desenho tecnológico do automóvel, como também as hierarquias geográficas de produção, as relações de comércio internacional e a distribuição do valor agregado ao longo das cadeias produtivas. A consolidação do veículo elétrico não se limita à substituição de uma fonte de energia por outra, mas trata-se de uma ruptura na arquitetura de um produto que, consequentemente, altera a estrutura de custos e a base de fornecedores da indústria.

Como apontado por Castro e Ferreira (2015), essa transição é resultado de pressões ambientais combinadas a novas políticas industriais. Contudo, para compreender a magnitude dessa mudança, é necessário observar, primeiramente, a transformação física do veículo. A Figura 2 apresenta um comparativo da estrutura de custos entre as duas tecnologias dominantes.

Figura 2: Diferenças estruturais e composição de custos entre motores de combustão interna e carros elétricos a bateria



Fonte: Agência Internacional de Energia (2025)

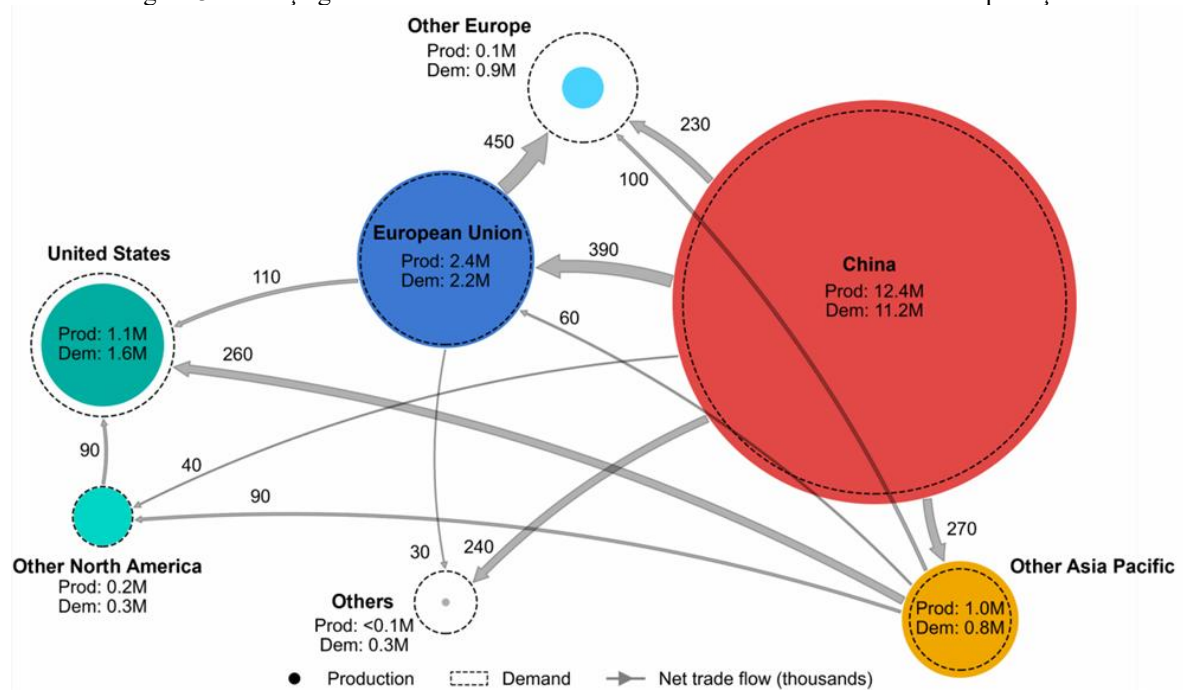
A análise da Figura 2 revela que, no veículo a combustão interna, o “coração” tecnológico reside no motor e na transmissão, componentes mecânicos de alta precisão que, somados, representam entre USD 6.000 e USD 7.500 do custo do veículo. Essa tecnologia foi historicamente dominada por montadoras ocidentais e japonesas. Em contrapartida, no veículo elétrico, essa complexidade mecânica é substituída por uma complexidade eletroquímica, isto é, a bateria assume um protagonismo, respondendo isoladamente por USD 6.000 a USD 9.000 do custo final, enquanto o motor elétrico é um componente comparativamente mais simples e barato (USD 900 - USD 1.100).

Essa inversão na estrutura de custos explica o deslocamento do eixo de poder global. Ao migrar o valor agregado da mecânica (aço e usinagem) para a bateria e eletrônica de potência (química e semicondutores), a indústria automotiva se vê obrigada a se reorganizar em torno de quem domina esses novos insumos. Assim, este capítulo busca mapear os principais atores dessa nova ordem, analisando a cadeia global de valor (CGV) dos VEs, seus gargalos de minerais críticos e as assimetrias que definem a atual competição entre a China e os demais países ocidentais desenvolvidos.

2.1 – A Concentração da Produção e Liderança Chinesa

A produção mundial de veículos elétricos (VEs) encontra-se em um estágio de profunda concentração geográfica e corporativa, distanciando-se do equilíbrio multipolar que caracterizou a indústria automotiva tradicional. Segundo a *International Energy Agency* (p.38, 2025), a China consolidou-se como o centro gravitacional dessa nova indústria, respondendo por mais de 60% da capacidade industrial instalada global e por aproximadamente metade das vendas mundiais. Esse protagonismo chinês é estrutural, sustentado pelo domínio de etapas críticas da cadeia de valor, desde o refino de minerais estratégicos (lítio, níquel e grafite) até a montagem final por conglomerados verticalizados como BYD, SAIC e Geely.

Figura 3: Balança global de oferta e demanda de veículos elétricos e fluxos de exportação



Fonte: Agência Internacional de Energia (2024). *Global EV Outlook 2024*.

A análise dos fluxos globais de comércio e produção, ilustrada na Figura 3, evidencia empiricamente essa assimetria. Observa-se que a China é a única região com um excedente produtivo massivo, ou seja, sua produção doméstica de 12,4 milhões de unidades de veículos elétricos supera largamente a demanda interna de 11,2 milhões. Esse “*gap positivo*” permite ao país sustentar uma posição de exportador líquido global, direcionando fluxos significativos para a Europa (390 mil unidades para a UE e 450 mil para o restante do continente) e para o Sul Global. Em contrapartida, os Estados Unidos apresentam um déficit estrutural imediato, onde a demanda de 1,6 milhão de veículos supera sua própria capacidade produtiva local de 1,1 milhão, obrigando o país a depender de importações, indiretamente, de cadeias de suprimento asiáticas. Embora a Tesla mantenha a liderança tecnológica norte-americana através de um modelo de integração vertical e inovação em software (Tesla, 2024), a política industrial dos EUA, materializada no *Inflation Reduction Act* (IRA) e o fortalecimento da rede de recarga, surge precisamente como uma resposta para corrigir esse desequilíbrio produtivo e reduzir vulnerabilidades externas. Além disso, o perfil do consumidor norte-americano, que historicamente privilegia SUVs e caminhonetes, tem influenciado a estratégia das montadoras, resultando em maior oferta de modelos elétricos de grande porte.

Na Europa, a adoção de metas rigorosas de emissões de CO₂, combinada a restrições crescentes ao motor a combustão, fez do continente o segundo maior mercado global, com uma produção de 2,4 milhões de unidades que busca acompanhar uma demanda correspondente de 2,2 milhões. Contudo, apesar desse equilíbrio aparente, a dependência de insumos e baterias importadas permanece alta, motivando iniciativas como a *European Battery Alliance* (EBA, 2023) para fomentar a soberania industrial, cujo objetivo dessa aliança é “garantir que todos os europeus se beneficiem de tráfego mais seguro, veículos mais limpos e soluções tecnológicas mais sustentáveis. Tudo isso será alcançado criando uma cadeia de valor competitiva e sustentável na fabricação de células de bateria na Europa”.

No entanto, enquanto tecnologias como energia solar e eólica apresentam crescimento estabilizado em sua demanda mineral, os VEs assumem o protagonismo. Em 2024, cerca de 15,6% dos minerais da transição energética foram para VEs, ademais, projeta-se que essa fatia dobre para 31% já em 2030. Isso cria um cenário de “divisão da descarbonização”, onde os benefícios ambientais e tecnológicos tendem a se concentrar nos países desenvolvidos, enquanto os ônus da extração recaem sobre o Sul Global. A China, contudo, ocupa uma posição híbrida privilegiada, isto porque, ela atua simultaneamente como grande processadora mineral (absorvendo os riscos ambientais) e líder tecnológica na manufatura de baterias e veículos.

Nesse contexto, vale destacar alguns casos interessantes como o da Noruega, através de políticas de isenções fiscais agressivas, o país atingiu taxas de penetração superiores a 80% nas vendas de novos veículos (OFV, 2024), servindo como o laboratório mundial da eletrificação. Contudo, essa frota europeia crescente depende, em última instância, da cadeia de suprimentos asiática. Diferente das baterias estacionárias ou painéis solares, cuja demanda mineral cresce a taxas menores, a frota de VEs exige uma expansão agressiva da oferta primária de minérios, consolidando a posição da China — que refina a vasta maioria desses materiais — como o fiador indispensável da transição energética ocidental.

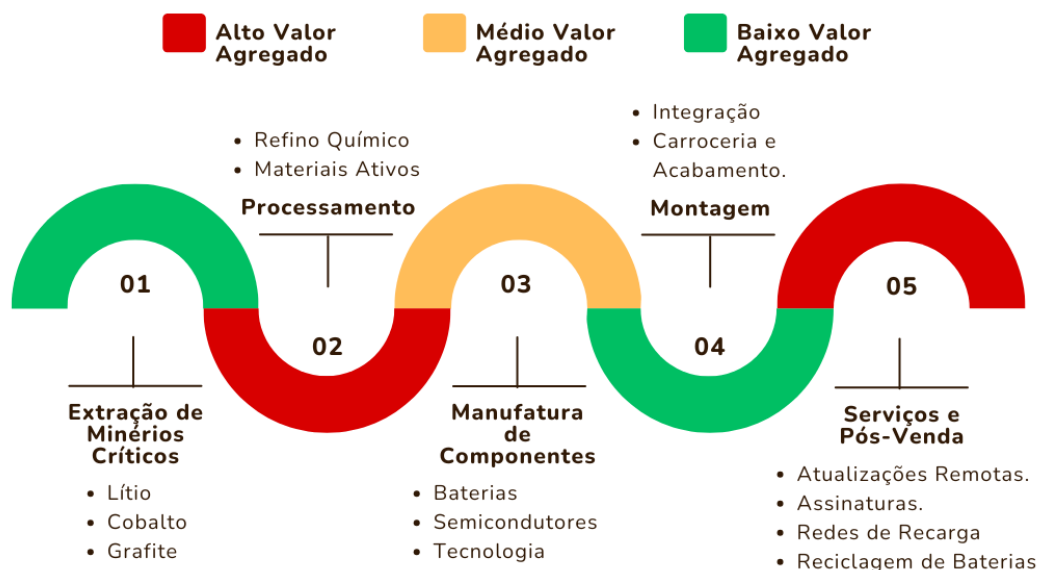
Além dos três grandes polos, o consumo em países emergentes ainda é incipiente, mas cresce em ritmo acelerado. Enquanto no “Sul Global”, novos atores como Vietnã, Índia e Tailândia tentam se inserir na cadeia não apenas como consumidores, mas como plataformas de exportação regional. Um caso emergente relevante é o Vietnã, com a VinFast, que vem se projetando internacionalmente como produtor competitivo de veículos elétricos acessíveis. Segundo Gala (2025), A VinFast tem atraído investimentos, ampliado capacidade produtiva e buscado expandir sua presença global, especialmente Estados Unidos e Europa. Mercados como Brasil, Chile e Tailândia têm registrado aumento expressivo de vendas, especialmente no segmento de veículos comerciais leves e ônibus elétricos, impulsionado por políticas de transporte público sustentável, muitas vezes adquiridos por prefeituras ou empresas de logística (IEA, 2024).

O panorama global revela, portanto, um cenário “multipolar”, no qual China, EUA e União Europeia atuam como polos principais de produção e inovação, enquanto países emergentes selecionados como Vietnã, Índia e Tailândia tentam ocupar nichos específicos da cadeia de montagem e exportação regional.

2.2 – A Estrutura Produtiva da Cadeia Global de Valor dos Veículos Elétricos

Diferentemente da indústria automotiva tradicional, cuja cadeia é centrada na mecânica do motor a combustão, a Cadeia Global de Valor (CGV) da eletrificação é multidimensional, integrando setores díspares como a mineração de fronteira, a química fina, a metalurgia avançada, desenvolvimento de software, eletrônica e semicondutores. Essa estrutura pode ser visualizada como um fluxo contínuo que parte da extração de recursos naturais críticos, avança em direção a processos de manufatura intensivos em tecnologia, culminando na integração de sistemas e serviços digitais, conforme ilustrado na Figura 04.

Figura 4: Fluxograma de processos produtivos e distribuição de valor agregado eletrificação.



Fonte: Elaboração Própria (2025).

No elo inicial desta cadeia, encontra-se a extração de matérias-primas, etapa que define a viabilidade material da transição energética. A produção de um VE depende de uma variedade de minerais estratégicos, como lítio, níquel, cobalto e grafite, cuja geografia é marcada por uma forte concentração. Segundo a IEA (2024), mais de 85% do lítio global é proveniente de apenas poucos países — Austrália, China e os integrantes do “Triângulo do Lítio” – Chile, Argentina e Bolívia – e 70% do cobalto centralizado na República Democrática do Congo, configurando uma etapa que, apesar de essencial, captura baixo valor agregado quando a produção é exportada sem o devido refino local. O Brasil insere-se neste mapa como um produtor relevante de grafite natural e com potencial em níquel, ao lado de países como Indonésia e Filipinas. Contudo, a pressão sobre esse elo primário é sem precedentes, enquanto tecnologias como eólica e solar apresentam estabilização na demanda mineral, “o carro eletrificado representará, isoladamente, o maior vetor de crescimento da demanda mineral nas próximas décadas” (Leão, 2025, p. 79), respondendo por mais de 80% do crescimento da demanda por lítio, cobalto e níquel até 2050, o que pode se tornar um determinante de possíveis gargalos de oferta a partir de meados de 2030.

Imediatamente após a extração, a cadeia enfrenta seu primeiro grande gargalo tecnológico, o refino e processamento químico. Não basta apenas extrair o minério, é necessário transformá-lo em hidróxidos ou sulfatos de alta pureza para compor catodos e anodos. Esta etapa, intensiva em capital e know-how químico, é onde se observa a maior assimetria global, com a China controlando a vasta maioria da capacidade de refino, o que lhe confere poder de mercado sobre os insumos ativos, independentemente de onde o minério bruto foi extraído.

Após o refino, a fabricação de células e módulos de bateria constitui o núcleo tecnológico da cadeia. Este estágio captura grande parte do valor agregado e exige escala industrial massiva. É aqui que os compostos químicos refinados são transformados em armazenamento de energia (tecnologias NMC, LFP, entre outras). As empresas como CATL e BYD (China), LG *Energy Solution* e SK *Innovation* (Coreia do Sul) e Panasonic (Japão) dominam essa etapa, que combina economias de escala, inovação em química de materiais e elevados investimentos em P&D.

Paralelamente à bateria, a manufatura de VEs demanda uma eletrônica de potência sofisticada, dependente de semicondutores avançados, inversores e motores elétricos. A escassez global de chips em 2021-2022 expôs a vulnerabilidade do setor automotivo à concentração geográfica da produção de semicondutores na Ásia (Taiwan e Coreia do Sul), evidenciando que a segurança da cadeia depende tanto de minerais quanto de silício.

Por fim, as etapas de sistemas de gerenciamento (BMS), montagem final e distribuição consolidam o produto. Nesse novo modelo do “carro definido por software” (*software-defined car*), a montagem física do chassi perde peso relativo para a integração de sistemas digitais. O valor migra para a capacidade de oferecer atualizações remotas, segurança cibernética e serviços de pós-venda conectados, como redes de recarga e reciclagem de baterias. Em modelos de produção periféricos, a montagem pode se reduzir à mera integração de componentes importados, limitando a capacidade nacional de geração de *spillovers* (efeitos colaterais) tecnológicos e industriais. Empresas como a Tesla e a BYD, que investem em plataformas próprias, software embarcado, motores elétricos e sistemas de gerenciamento de bateria (BMS), conseguem capturar uma parcela maior do valor, especialmente pela oferta de serviços digitais e atualizações remotas. Assim, a estrutura da CGV dos veículos elétricos não é apenas uma linha de montagem de peças, mas um ecossistema, onde o controle sobre minerais críticos e a competência em semicondutores e software determinam a competitividade de países selecionados, principalmente a China.

2.3 – Posicionamento dos Países e Captura de Valor na CGV

A compreensão da dinâmica industrial dos veículos elétricos exige, preliminarmente, a revisitação do conceito estrutural de cadeia de valor. Em sua formulação clássica, Porter (1992) define a cadeia de valor como o conjunto de relacionamentos e atividades — primárias (logística, operações, marketing e serviços) e de apoio (infraestrutura, gestão de RH e desenvolvimento tecnológico) — desempenhadas por uma firma para projetar, produzir,

comercializar, entregar e sustentar seus produtos. Contudo, no contexto da economia contemporânea, essa abordagem intra-firma foi ampliada para a análise das Cadeias Globais de Valor (CGV). Conforme observam Sturgeon et al. Apud Jussani et. al. (2013), as indústrias modernas deixaram de ser centralizadas para se tornarem redes geograficamente distribuídas, onde a agregação de valor é fragmentada entre múltiplas fronteiras e empresas especializadas.

Dentro dessas redes, locais específicos se especializam em determinadas atividades, fragmentando o valor agregado entre múltiplas fronteiras e empresas. Essa visão alinha-se às definições de gestão estratégica, que compreendem “a cadeia de suprimentos como o alinhamento das empresas que trazem produtos ou serviços para o mercado” (Stock e Lambert apud Jussani et. al., 2001, p. 01). Ademais, Heizer e Render apud Jussani et. al. (2001) complementa-se que, uma vez que as interações entre fornecedores, fabricantes e distribuidores agregam valor ao produto, a própria cadeia de suprimentos passa a ser tratada como sinônimo de “Cadeia de Valor”.

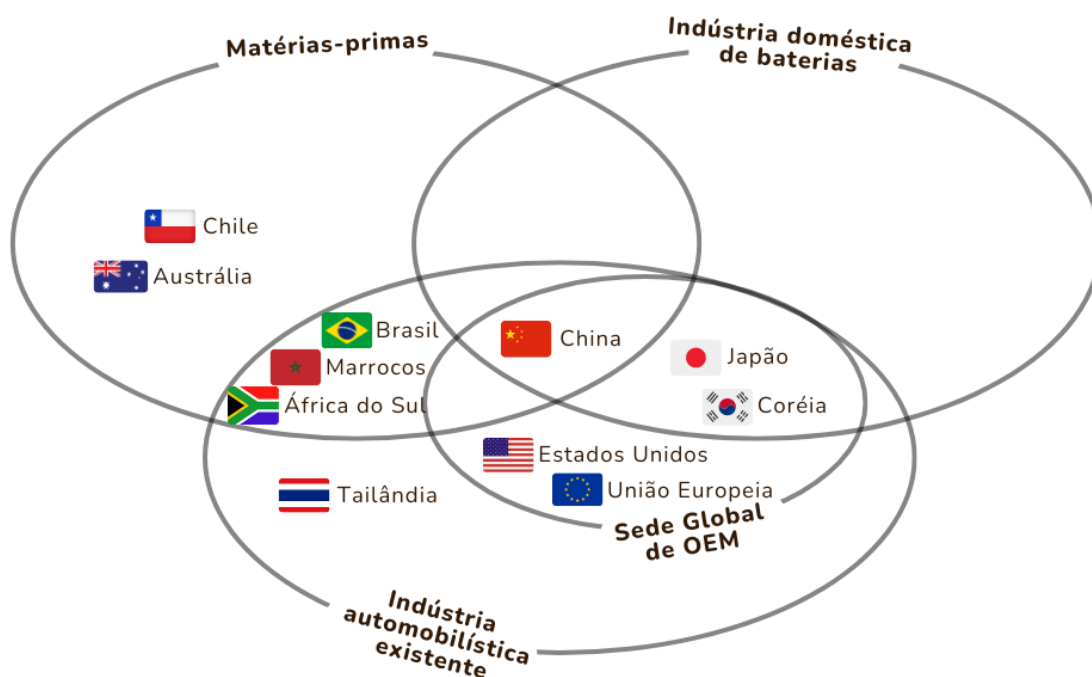
Desse modo, “a cadeia de valor consiste no arranjo das atividades necessárias para produzir um bem ou serviço, desde a sua concepção, passando pelas diferentes fases da produção até a entrega para o consumidor final” (Jussani et. al, 2016, p. 02). Nesse ecossistema complexo, a governança da cadeia torna-se o fator determinante. Gereffi (1999) propõe uma distinção fundamental entre cadeias orientadas por produtores (*producer-driven*) e orientadas por compradores (*buyer-driven*). Historicamente, a indústria automobilística foi o exemplo clássico da cadeia *producer-driven*, com setores de capital e tecnologia intensivos onde grandes montadoras controlavam verticalmente o sistema de produção e ditavam as regras para sua rede de fornecedores e filiais.

Nesse novo contexto, “houve um claro movimento de afastamento das grandes operações verticalmente integradas, que internalizavam todas as funções e atividades dentro de uma única corporação, para a externalização da propriedade de atividades/atores/funções e sua dispersão para empresas menores operando amplamente em nível global” (Kaplinsky e Morris, 2001, p. 101), isto é, a governança passa a ser fortemente influenciada não apenas por quem monta o chassi, mas por quem domina as tecnologias críticas, como o armazenamento de energia e as plataformas digitais. Assim, a cadeia global de valor dos VEs reconfigura as relações entre os países, deslocando o centro econômico do setor para os elos mais tecnológicos.

Entretanto, é importante ressaltar que, “as indústrias automobilísticas de todos os países enfrentam diferentes combinações de condições de mercado, pontos fortes industriais, relações comerciais e dotação de recursos”. (IEA, 2024, p. 161). Essas assimetrias podem ser

visualizadas na Figura 5, que apresenta um diagrama das competências industriais necessárias para a soberania na cadeia de Veículos Elétricos, como acesso a matérias-primas, existência de uma indústria doméstica de baterias, sedes de montadoras globais (OEMs) e uma base industrial automotiva já instalada.

Figura 5: Arquétipos que representam preocupações estratégicas para indústrias automobilísticas.



Fonte: Agência Internacional de Energia (2025). Elaboração Própria (2025).

A análise da imagem demonstra que a competitividade no setor depende da interseção de quatro ativos estratégicos. O diagrama evidencia a posição singular da China, que figura como o único ator global situado na interseção central de todas as esferas. Ao sobrepor o controle do refino químico, a manufatura de baterias de ponta e a montagem final, a China consolidou uma integração vertical que lhe permite capturar valor em múltiplas etapas da cadeia, mitigando riscos de desabastecimento que afetam seus competidores ocidentais.

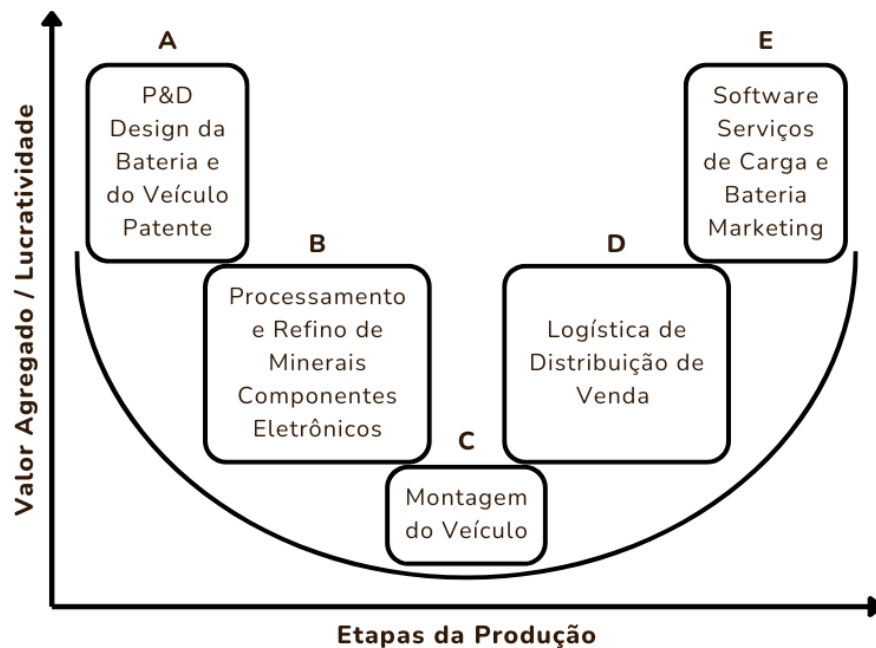
Em contraste, a posição dos Estados Unidos e da União Europeia, também visível, denota uma certa vulnerabilidade. Classificados no relatório como regiões que buscam “Recuperar terreno internacional” (Archetype 1), esses atores possuem sedes de OEMs (“*Original Equipment Manufacturer*”) e parques industriais maduros, mas enfrentam desafios ao tentar verticalizar a produção para competir com a Ásia. Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA), o isolacionismo produtivo apresenta riscos econômicos severos:

Embora atualmente produzam a maioria dos carros elétricos vendidos em seus mercados domésticos, tentar produzir internamente todas as partes da cadeia de valor poderia ampliar as diferenças de preço, principalmente devido à falta de

minerais críticos de fácil acesso e aos altos custos de energia para o processamento de minerais. (IEA, 2024, p. 166, traduzido).

A distribuição do valor ao longo dessa cadeia pode ser compreendida através da “Curva Sorriso” (*Smile Curve*), conceito aprofundado por Ram Mudambi (2008). Na indústria de VEs, o valor agregado é elevado nas extremidades da curva — P&D de baterias e mineração crítica na ponta inicial (*upstream*), e software, serviços e marca na ponta final (*downstream*) — sofrendo uma depressão no centro, onde ocorre a montagem física do veículo.

Figura 6: Curva Sorriso da Cadeia de Valor de Veículos Elétricos.



Fonte: Elaboração Própria (2025), com base em Agência Internacional de Energia (2025).

Conforme demonstrado no gráfico, o valor agregado concentra-se nas extremidades ricas em ativos intangíveis. Na extremidade esquerda (Etapa A), situam-se as atividades de P&D e design de células, fronteira tecnológica onde nações competem pela propriedade intelectual. A curva sofre uma inflexão descendente ao passar para o processamento de materiais (Etapa B) e atinge seu ponto mais baixo na montagem física do veículo (Etapa C). Por fim, o valor recupera sua ascensão na extremidade direita (Etapas D e E), onde o veículo se torna plataforma para serviços de software e reciclagem.

Nesse cenário, o Brasil ocupa uma posição estratégica como o arquétipo de “Investindo para um crescimento equilibrado” (Archetype 4). Localizado na interseção entre matérias-primas e indústria automobilística existente, o país difere de nações puramente extrativistas por possuir, apesar de pequeno, um mercado interno. O risco nacional é a especialização excessiva na Etapa C (apenas montagem) e na exportação de minérios brutos,

perdendo os elos de maior sofisticação tecnológica — a bateria e o software — que definem a nova hegemonia industrial do século XXI. A estratégia sugerida pela literatura não é o abandono imediato da tecnologia atual, mas o uso inteligente da própria capacidade instalada,

como as indústrias relacionadas a motores de combustão interna (ICE) serão necessárias para abastecer parte de seus mercados domésticos em expansão, e à medida que a eletrificação se expande no país e no exterior, investimentos em ambos os tipos de conjuntos motrizes provavelmente farão sentido no curto prazo. Uma cadeia de suprimentos de veículos com motor a combustão (ICEV) pode ajudar a reter valor na economia nacional e regional e apoiar o crescimento econômico. (IEA, 2024, p. 171, traduzido).

Portanto, para evitar o aprisionamento no fundo da curva sorriso, o Brasil deve buscar uma inserção progressiva na nova cadeia de valor. “Entrar em partes da cadeia de suprimentos de carros elétricos hoje, dependendo em grande parte das exportações, pode permitir que esses países atraiam investimentos no curto prazo e facilitem a transição para uma cadeia de suprimentos mais completa no longo prazo” (IEA, 2024, p. 171, traduzido). Desse modo, diferente de países que precisam construir tudo do zero, o Brasil pode alavancar sua capacidade de manufatura já existente e recursos naturais para atrair investimentos que visem tanto o mercado doméstico quanto a exportação.

Conclui-se que, diferentemente de países como Chile e Austrália — que enfrentam o risco de aprisionamento apenas na extração de matérias-primas —, o Brasil possui uma janela de oportunidade para atuar como um *player* híbrido. O país pode utilizar os recursos da indústria atual para financiar a transição tecnológica, desde que avance da extração para o processamento de minerais (mover-se para a Etapa B da Figura 6) e para a produção de componentes de eletrificação.

O cenário atual é marcado pela consolidação da vantagem competitiva da China, que logrou integrar verticalmente a quase totalidade desses elos, desafiando a hegemonia histórica das montadoras ocidentais e forçando Estados Unidos e União Europeia a mobilizarem políticas industriais robustas para protegerem seus mercados. Diante dessa reorganização global, torna-se imperativo investigar como o Brasil, detentor de reservas estratégicas e de um parque automotivos já existente, posiciona-se frente a essas transformações. A decisão entre aceitar uma inserção passiva ou buscar um maior conteúdo local definirá o futuro distributivo da indústria nacional. É essa análise específica da realidade brasileira, seus potenciais, contradições e desafios regulatórios, que será abordada no capítulo a seguir.

CAPÍTULO 03 — RELAÇÃO COMERCIAL ENTRE BRASIL E CHINA NA CADEIAS DOS VEÍCULOS ELÉTRICOS

Se o capítulo anterior teve como foco a estrutura produtiva da cadeia global dos veículos elétricos e a crescente centralidade da China nesse setor, o presente capítulo direciona a análise para a dimensão comercial dessa dinâmica, buscando compreender como Brasil e China se inserem nos diferentes elos da Cadeia Global de Valor (CGV) da eletromobilidade.

Conforme evidenciado anteriormente, a transição tecnológica para a eletromobilidade promoveu uma reconfiguração da indústria automotiva mundial. O deslocamento do eixo de agregação de valor da mecânica tradicional para segmentos associados à eletroquímica, aos semicondutores e aos sistemas eletrônicos embarcados favoreceu a consolidação da liderança chinesa em etapas estratégicas da cadeia produtiva. Nesse contexto, o Brasil, detentor de expressivas reservas de minerais críticos e de uma relevante base industrial automotiva, enfrenta o desafio de redefinir sua inserção internacional de modo a ampliar sua participação em atividades de maior intensidade tecnológica e maior geração de valor.

Diante desse cenário, o objetivo é examinar os fluxos comerciais recentes entre Brasil e China relacionados à transição energética, contemplando matérias-primas estratégicas, componentes industriais e veículos elétricos. A partir de dados aduaneiros obtidos na base UN *Comtrade*, busca-se identificar padrões de especialização produtiva, dependências tecnológicas e assimetrias na inserção dos dois países ao longo da cadeia. Em particular, procura-se verificar em que medida o Brasil permanece concentrado em etapas primárias da produção, enquanto a China amplia sua presença em segmentos industriais e tecnológicos de maior valor agregado.

Para fins analíticos, os produtos selecionados foram organizados segundo os principais estágios da Cadeia Global de Valor dos veículos elétricos, seguindo a tipologia proposta por Gereffi et al. (2005). A primeira etapa corresponde aos segmentos “*Upstream*”, que compreendem atividades localizadas no início do processo produtivo, como a extração de recursos naturais e o processamento inicial de minerais estratégicos. Em seguida, situam-se os segmentos “*Midstream*”, responsáveis pela transformação industrial dos insumos e pela fabricação de componentes de maior complexidade tecnológica, incluindo células de bateria, semicondutores e sistemas eletrônicos. Por fim, encontram-se os segmentos “*Downstream*”, associados às etapas mais próximas do consumidor final, abrangendo a montagem dos veículos.

Essa segmentação permite analisar não apenas os fluxos comerciais em termos quantitativos, mas também a distribuição das atividades econômicas ao longo da cadeia produtiva. Dessa forma, torna-se possível avaliar em quais elos ocorre a captura de valor e quais

oportunidades e limitações caracterizam a inserção brasileira na economia global da eletromobilidade.

3.1 – A Exportação Brasileira de Minerais e Insumos Químicos

A análise dos fluxos comerciais entre Brasil e China permite compreender como ambos os países se inserem na Cadeia Global de Valor (CGV) da eletromobilidade. Para operacionalizar essa análise, foram selecionados produtos considerados estratégicos para a produção de veículos elétricos, classificados de acordo com sua função ao longo da cadeia produtiva. A categorização adotada segue a divisão entre os segmentos *upstream*, *midstream* e *downstream*, permitindo identificar não apenas os fluxos comerciais existentes, mas também o posicionamento relativo de cada país nos diferentes estágios de agregação de valor.

A Tabela 01 apresenta os produtos selecionados para a pesquisa e sua respectiva classificação na estrutura produtiva da cadeia global dos veículos elétricos. Os itens foram identificados por meio dos códigos do Sistema Harmonizado (HS) e agrupados conforme análise da estrutura produtiva da cadeia e sua participação nas atividades de extração mineral, refino químico, fabricação de componentes e montagem final dos veículos.

Tabela 01: Produtos selecionados e classificação por etapa da CGV dos veículos elétricos

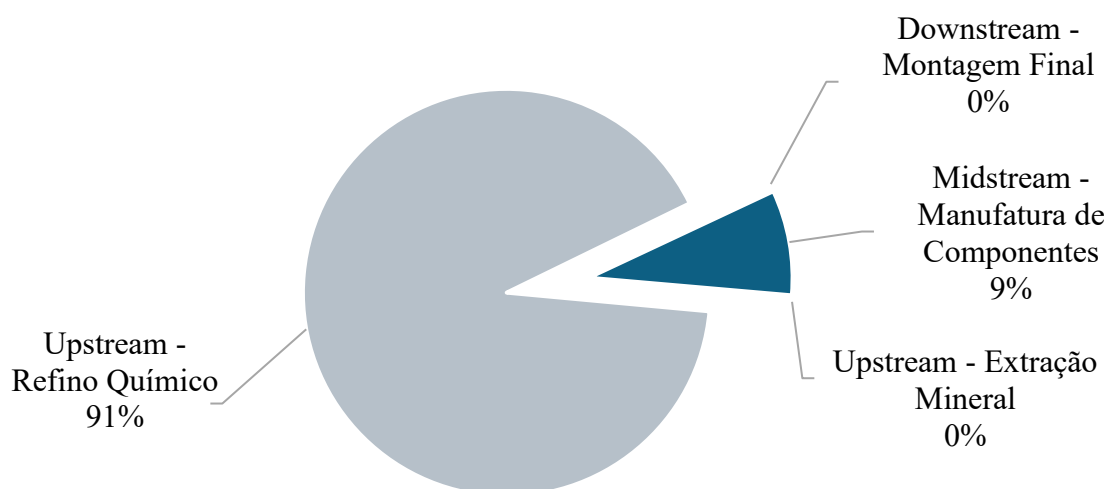
Etapa da CGV	Subetapa	Código (HS)	Produtos
Upstream	Extração Mineral	250410	Grafite Natural
Upstream	Extração Mineral	740311	Cátodos de cobre refinado
Upstream	Refino Químico	282520	Óxidos e Hidróxidos de Lítio
Upstream	Refino Químico	283691	Carbonatos de Lítio
Upstream	Refino Químico	283324	Sulfatos de Níquel
Upstream	Refino Químico	282200	Óxidos e Hidróxidos de Cobalto
Midstream	Componentes	740819	Fios de cobre refinado
Midstream	Componentes	741011	Folhas de cobre refinado
Midstream	Componentes	380110	Grafite Artificial
Midstream	Componentes	854231	Circuitos Integrados
Midstream	Componentes	850511	Ímãs permanentes
Midstream	Componentes	850153	Motores elétricos
Midstream	Componentes	850760	Baterias de íon-lítio
Downstream	Montagem Final	870380	Veículos elétricos (BEV)
Downstream	Montagem Final	870360	Veículos elétricos plug-in (PHEV)
Downstream	Montagem Final	870340	Veículos híbridos (HEV)

Fonte: Elaboração própria, com base na estrutura da cadeia produtiva proposta pela *International Energy Agency* (IEA, 2022; 2025) e códigos do Sistema Harmonizado (HS).

A partir dessa classificação, os dados de comércio exterior revelam que a participação brasileira na cadeia da eletromobilidade permanece fortemente concentrada nos segmentos iniciais da produção. Ao observar os fluxos comerciais direcionados ao mercado chinês, verifica-se a predominância das exportações associadas à extração e ao processamento inicial de minerais estratégicos, reproduzindo um padrão histórico de especialização baseado em recursos naturais.

Essa característica torna-se evidente ao analisar a composição setorial das exportações brasileiras relacionadas à cadeia dos veículos elétricos. Conforme demonstrado no Gráfico 04, a pauta exportadora apresenta elevada concentração no elo *upstream*, enquanto os segmentos *midstream* e *downstream* possuem participação nula ou insignificante. Tal configuração sugere que, apesar da crescente relevância da eletromobilidade para a economia mundial, a inserção brasileira permanece predominantemente vinculada às etapas de menor intensidade tecnológica da cadeia produtiva.

Gráfico 04: Composição Setorial das Exportações Brasileiras para a China (2025)



Fonte: Elaboração Própria, com base nos dados da UN *Comtrade* (2025).

Os dados apresentados no Gráfico 04 evidenciam uma forte concentração das exportações brasileiras nos segmentos *upstream* da Cadeia Global de Valor dos veículos elétricos. Em 2025, 91% do valor exportado para a China encontrava-se associado às atividades de extração mineral e processamento inicial de insumos estratégicos, enquanto os segmentos *midstream* e *downstream* responderam por apenas 9%.

Esse resultado sugere que a expansão da eletromobilidade global não alterou substancialmente o padrão histórico de inserção internacional da economia brasileira. Embora

os produtos exportados estejam cada vez mais associados aos minerais críticos demandados pela transição energética, a participação nacional continua concentrada em atividades intensivas em recursos naturais, com reduzida incorporação tecnológica e limitada capacidade de agregação de valor.

Sob a perspectiva das Cadeias Globais de Valor, a distribuição observada revela uma inserção predominantemente periférica na estrutura produtiva da eletromobilidade. Isso ocorre porque os estágios iniciais da cadeia, embora fundamentais para o fornecimento de insumos estratégicos, tendem a capturar uma parcela relativamente menor do valor econômico gerado ao longo do processo produtivo. Em contrapartida, as atividades relacionadas à fabricação de componentes avançados, baterias, sistemas eletrônicos e veículos completos concentram maior intensidade tecnológica, maiores barreiras à entrada e, consequentemente, maior potencial de apropriação de valor.

A reduzida participação dos segmentos *midstream* e *downstream* nas exportações brasileiras indica que a disponibilidade doméstica de recursos minerais não tem sido suficiente para promover uma integração mais profunda nas etapas subsequentes da cadeia produtiva. Em outras palavras, a abundância de minerais críticos não se converte automaticamente em capacidade industrial ou liderança tecnológica, exigindo investimentos complementares em processamento químico, manufatura avançada, inovação e desenvolvimento tecnológico.

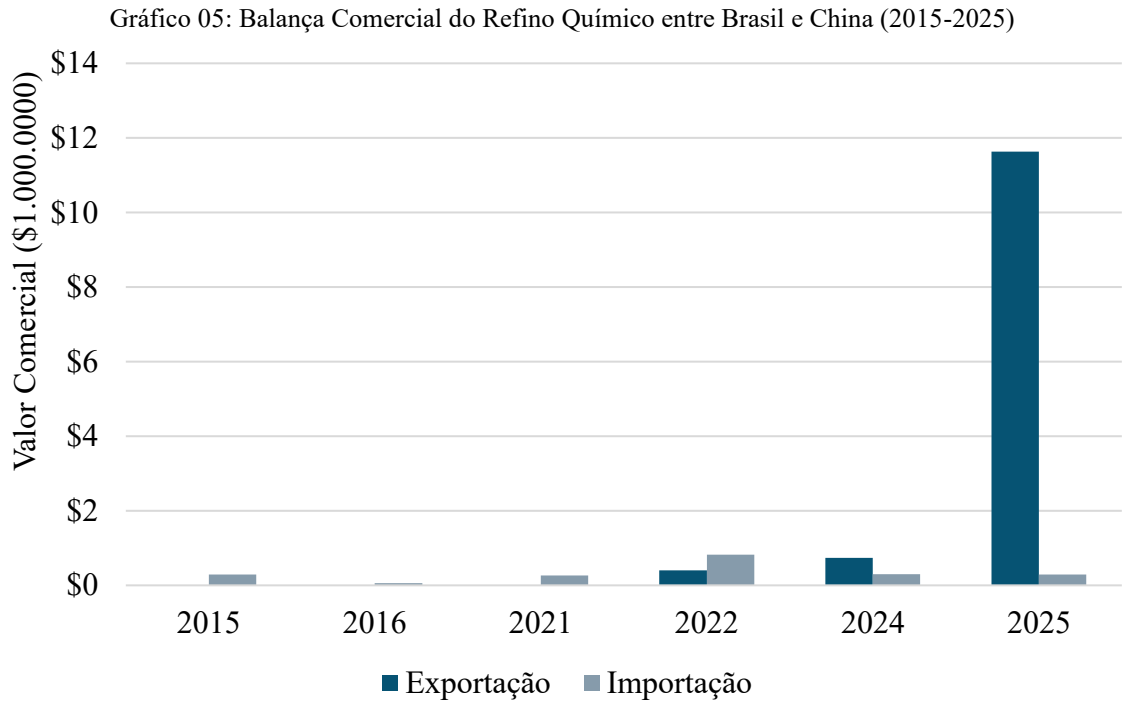
Dessa forma, os resultados apresentados sugerem que o Brasil ocupa uma posição relevante como fornecedor de insumos estratégicos para a transição energética global, mas permanece relativamente distante dos segmentos responsáveis pela maior captura de valor econômico. Essa característica reforça a importância de investigar, na sequência, como se comportam os fluxos comerciais associados ao processamento químico dos minerais críticos, etapa intermediária que conecta a extração mineral à produção industrial de baterias e componentes tecnológicos.

Entretanto, a elevada participação do segmento *upstream* nas exportações brasileiras não significa, necessariamente, que o país exporte apenas pedra bruta. O próprio segmento *upstream* apresenta diferentes níveis de complexidade econômica, abrangendo desde a extração mineral simples até as etapas de beneficiamento e refino químico dos insumos estratégicos utilizados na fabricação de baterias.

Nesse sentido, torna-se relevante investigar se a especialização brasileira engloba as atividades de processamento químico ou se permanece concentrada na exportação de matérias-primas sem tratamento. A distinção é importante porque o refino químico representa um ganho

real de valor, transformando a terra em insumos industriais puros prontos para a produção de baterias.

Para avaliar essa dinâmica, o Gráfico 05 apresenta a evolução das importações e exportações brasileiras de compostos químicos refinados relacionados à cadeia dos veículos elétricos no comércio bilateral com a China entre 2015 e 2025.



Fonte: Elaboração Própria, com base nos dados da UN *Comtrade* (2025).

Os dados apresentados no Gráfico 05 evidenciam uma mudança drástica e recente na etapa de refino químico. Historicamente, até o ano de 2022, observava-se a predominância das importações brasileiras provenientes da China, resultando em déficits comerciais. No entanto, a partir de 2024 essa dinâmica começa a se inverter, culminando em um salto expressivo e superavitário das exportações em 2025.

Esse pico nas exportações indica que a inserção brasileira não se restringe à oferta do recurso bruto. O Brasil conseguiu desenvolver e acionar capacidade nacional de processamento e beneficiamento químico. Sob a ótica das Cadeias Globais de Valor, isso representa um *upgrading* produtivo dentro do próprio elo *upstream*, com o país conseguindo refinar o minério e agregar mais valor antes da exportação.

Contudo, ao cruzarmos esse avanço no refino com a forte concentração geral de 91% das exportações no segmento *upstream* (evidenciada no Gráfico 04), fica clara a real limitação da inserção brasileira. A explosão das exportações de compostos refinados sugere que, embora

o Brasil consiga processar quimicamente o mineral, essa matéria-prima não é absorvida pela indústria nacional para a fabricação de produtos finais. Em outras palavras, o lítio e outros componentes refinados em solo brasileiro estão sendo exportados em massa para a China, que utiliza esses insumos puros para alimentar sua própria indústria de baterias e semicondutores.

Em conjunto, os resultados indicam que o Brasil consolidou sua posição como um fornecedor estratégico e capacitado na base da cadeia. O país possui vantagens na extração e agora também mostra força no refino. O grande gargalo, portanto, não é a falta de capacidade de processar o minério, mas sim a ausência de internalização das etapas industriais seguintes. O Brasil prepara o insumo de alta qualidade, mas a parcela mais rentável dos ganhos econômicos — a manufatura tecnológica — continua sendo apropriada pela indústria chinesa.

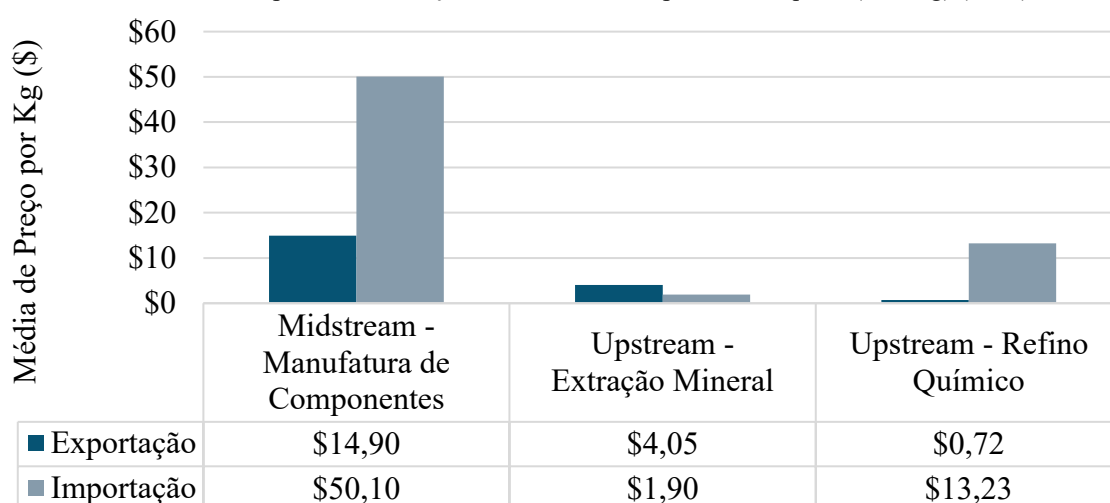
Dessa forma, a análise revela que a inserção brasileira avança até a etapa química, mas esbarra na fabricação avançada. A partir dessa constatação, torna-se necessário examinar os segmentos intermediários (*midstream*) da cadeia produtiva, nos quais se concentram a fabricação de baterias, motores elétricos e componentes eletrônicos. A seção seguinte busca justamente analisar a posição relativa de Brasil e China nesses elos onde ocorre a maior disputa tecnológica da eletromobilidade.

3.2 – A Assimetria de Valor entre Componentes Industriais e Insumos Básicos

A análise dos fluxos comerciais apresentada na seção anterior permitiu identificar a posição ocupada pelo Brasil no setor dos veículos elétricos. Entretanto, a distribuição dos valores exportados e importados, por si só, não é suficiente para mensurar a capacidade de captura de valor associada a cada etapa produtiva. Produtos distintos podem apresentar pesos físicos semelhantes, mas incorporar níveis muito diferentes de tecnologia, conhecimento e complexidade industrial.

Com o objetivo de aprofundar essa avaliação, foi calculado o Preço Médio Ponderado por Peso Líquido (US\$/kg) para os produtos comercializados entre Brasil e China ao longo da cadeia da eletromobilidade. Essa métrica relaciona o valor financeiro total transacionado ao volume físico efetivamente comercializado, permitindo estimar quanto valor econômico é incorporado em cada quilograma de produto. Diferentemente de médias simples, que podem ser distorcidas por operações isoladas de elevado valor unitário, a ponderação pelo peso total oferece uma medida mais consistente da densidade econômica dos fluxos comerciais. Os resultados obtidos encontram-se sintetizados no Gráfico 06.

Gráfico 06: Comparativo de Preço Médio Ponderado por Peso Líquido (US\$/kg) (2025)



Fonte: Elaboração Própria, com base nos dados da UN Comtrade (2025).

Os dados evidenciam diferenças expressivas entre o perfil das exportações brasileiras e das importações provenientes da China. Na categoria **Midstream – Manufatura de Componentes**, o preço médio das exportações brasileiras atingiu US\$ 14,90 por quilograma, enquanto as importações alcançaram US\$ 50,10 por quilograma. Em termos relativos, os componentes adquiridos da China apresentaram valor médio aproximadamente 3,4 vezes superior ao dos produtos exportados pelo Brasil.

Esse resultado sugere que, mesmo quando participa de atividades industriais intermediárias, a economia brasileira encontra-se concentrada em produtos de menor sofisticação tecnológica, enquanto importa componentes com maior conteúdo tecnológico e maior intensidade de conhecimento incorporado. Entre esses produtos destacam-se baterias de íons de lítio, motores elétricos, ímãs permanentes e circuitos integrados, elementos fundamentais para a competitividade da indústria de veículos elétricos contemporânea.

A discrepância torna-se ainda mais significativa na categoria **Upstream – Refino Químico**. Embora o Gráfico 05 tenha demonstrado o crescimento recente das exportações brasileiras de compostos químicos refinados, o valor médio obtido por quilograma exportado alcançou apenas US\$ 0,72, enquanto as importações registraram US\$ 13,23 por quilograma. Em outras palavras, os produtos químicos importados apresentaram valor agregado mais de dezoito vezes superior ao dos exportados.

Esse resultado revela que o avanço brasileiro no beneficiamento mineral não implica necessariamente uma inserção equivalente nas etapas mais sofisticadas da química aplicada à eletromobilidade. Os dados indicam que parte relevante do refino realizado no país continua direcionada para produtos de menor complexidade tecnológica, ao passo que os insumos

químicos de maior valor agregado permanecem concentrados em fornecedores estrangeiros, especialmente na indústria chinesa.

A única exceção observada ocorre na categoria *Upstream – Extração Mineral*, em que o valor médio das exportações (US\$ 4,05/kg) supera o das importações (US\$ 1,90/kg). Esse comportamento reflete a vantagem comparativa brasileira na oferta de determinados minerais estratégicos utilizados na transição energética. Contudo, tal diferencial desaparece à medida que esses recursos avançam para os estágios subsequentes da cadeia produtiva. O valor capturado pela economia brasileira mostra-se relativamente elevado durante a fase de extração, mas reduz-se significativamente quando comparado aos ganhos obtidos nas etapas de transformação industrial e desenvolvimento tecnológico.

Sob a perspectiva da Curva Sorriso (*Smile Curve*), os resultados reforçam a hipótese de que a maior parcela do valor econômico gerado pela cadeia dos veículos elétricos encontra-se concentrada nas atividades intensivas em conhecimento, tecnologia e inovação. Embora os recursos minerais sejam indispensáveis para a produção de baterias e componentes eletrônicos, a remuneração mais elevada está associada aos processos de engenharia, desenvolvimento químico avançado, manufatura especializada e integração tecnológica.

Dessa forma, os dados sugerem que a inserção brasileira na cadeia da eletromobidade permanece fortemente vinculada aos estágios iniciais da produção, mesmo quando ocorre algum grau de beneficiamento industrial. Em contraste, a China consolida sua posição nos segmentos responsáveis pela maior captura de valor, transformando insumos minerais em componentes estratégicos de elevado conteúdo tecnológico.

Em conjunto, as evidências apresentadas indicam que a dependência brasileira não se limita ao fornecimento de matérias-primas, mas também se manifesta na aquisição de bens intermediários de alta complexidade. Tal característica sugere que o principal desafio para o aprofundamento da participação nacional nas Cadeias Globais de Valor não está apenas na expansão da capacidade de extração ou refino, mas sobretudo na internalização das etapas industriais responsáveis pela geração dos maiores níveis de valor agregado.

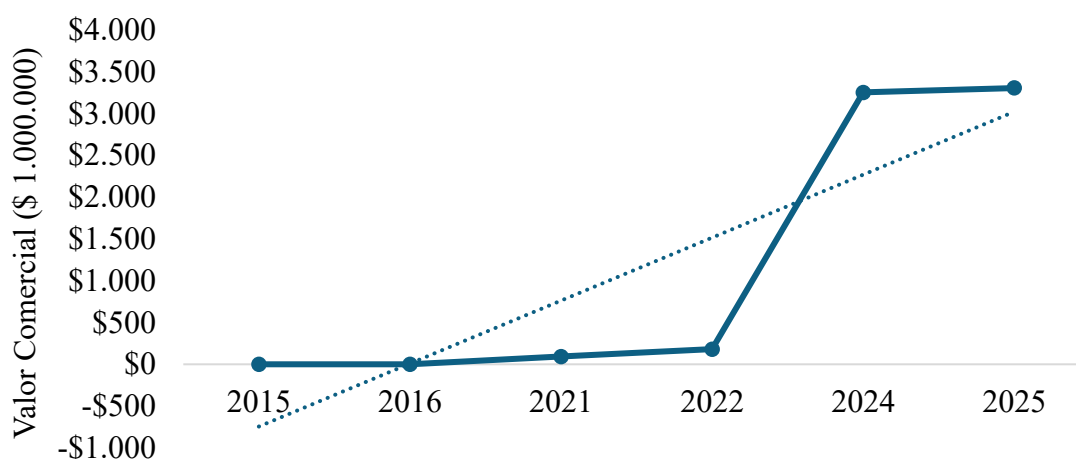
A partir dessa constatação, torna-se necessário examinar como essa assimetria de valor se manifesta na etapa final da cadeia produtiva. Se os segmentos intermediários concentram a fabricação dos componentes de maior intensidade tecnológica, é no elo *downstream* que esses ganhos econômicos se materializam na forma de veículos acabados. A próxima seção analisa justamente a evolução das importações brasileiras de veículos eletrificados e a crescente participação chinesa no fornecimento dos componentes críticos que sustentam essa expansão.

3.3 – A Dependência Tecnológica Brasileira na Importação de Baterias e Veículos.

A etapa final da análise concentra-se nos segmentos de maior valor agregado da Cadeia Global de Valor dos veículos elétricos. Conforme demonstrado na seção anterior, a captura de valor econômico tende a se intensificar à medida que a produção avança da extração mineral para as atividades de manufatura especializada e para a comercialização dos veículos. Nesse contexto, torna-se relevante investigar como a crescente presença da China nos segmentos intermediários e finais da cadeia tem influenciado a inserção brasileira na eletromobidade.

O comportamento recente das importações brasileiras de veículos elétricos e híbridos provenientes da China evidencia transformações significativas no elo *downstream* da cadeia produtiva. Conforme apresentado no Gráfico 07, o fluxo de importações permaneceu relativamente reduzido durante grande parte do período analisado, apresentando crescimento modesto entre 2015 e 2022. A partir desse momento, entretanto, observa-se uma mudança expressiva na trajetória do comércio bilateral, marcada por um aumento acelerado das importações e pela consolidação da presença chinesa no mercado brasileiro.

Gráfico 07: Evolução Histórica das Importações de Veículos no *Downstream* (2015-2025)



Fonte: Elaboração Própria, com base nos dados da UN *Comtrade* (2025).

Os dados revelam que o valor importado permaneceu próximo da estabilidade ao longo da maior parte da série histórica, registrando apenas incrementos graduais até 2022. Contudo, entre 2022 e 2024 ocorre uma ruptura na trajetória observada, com as importações saltando para patamares superiores a US\$ 3 bilhões. Em 2025, o fluxo mantém-se elevado, indicando que a expansão não se trata de um fenômeno pontual, mas da consolidação de uma nova configuração competitiva no mercado automotivo brasileiro.

Esse movimento reflete a crescente competitividade internacional da indústria automotiva chinesa, resultado de décadas de investimentos em inovação, ganhos de escala produtiva e políticas industriais voltadas à liderança nos segmentos estratégicos da eletromobilidade. O avanço das montadoras chinesas em mercados emergentes demonstra que a disputa competitiva deixou de se concentrar apenas nos veículos convencionais e passou a envolver tecnologias associadas às baterias, aos sistemas eletrônicos embarcados e aos motores elétricos de alta eficiência.

Entretanto, a expansão das importações de veículos acabados representa apenas a face mais visível de um fenômeno mais amplo. Conforme demonstrado ao longo deste capítulo, a liderança chinesa também se manifesta nos segmentos intermediários da cadeia produtiva, responsáveis pela fabricação dos componentes que sustentam a indústria da eletromobilidade. Dessa forma, a crescente presença de veículos chineses no mercado nacional está associada à ampliação da dependência brasileira em relação a insumos tecnológicos produzidos no exterior.

A Tabela 02 apresenta a participação da China nas importações brasileiras de componentes críticos do segmento *Midstream* em 2025.

Tabela 02: Participação da China nas Importações Brasileiras de Componentes Críticos do *Midstream* (2025)

Componente Tecnológico	Código (HS)	Part. no Mercado
Acumuladores elétricos de íon-lítio	850760	80,56 %
Circuitos integrados eletrônicos, processadores, ...	854231	32,26 %
Motores elétrico com potência > 75 kW	850153	32,42 %

Fonte: Elaboração Própria, com base nos dados da UN *Comtrade* (2025).

Os resultados evidenciam elevados níveis de concentração no fornecimento de componentes estratégicos para a indústria dos veículos elétricos. O caso mais expressivo é o dos acumuladores elétricos de íon-lítio, em que a China respondeu por 80,56% de todas as importações brasileiras em 2025. Considerando que as baterias representam o principal componente tecnológico e econômico dos veículos elétricos, esse resultado demonstra a forte centralidade chinesa em um dos segmentos mais relevantes da cadeia produtiva.

Participações igualmente significativas são observadas em componentes de elevada intensidade tecnológica. Nos motores elétricos com potência superior a 75 kW, a participação chinesa atingiu 32,42% das importações brasileiras, enquanto nos circuitos integrados eletrônicos o *market share* alcançou 32,26%. Esses componentes desempenham funções essenciais nos sistemas de gerenciamento energético, controle eletrônico e propulsão dos veículos, constituindo elementos indispensáveis para o funcionamento da nova mobilidade.

Sob a ótica das Cadeias Globais de Valor, os resultados sugerem que a inserção brasileira na eletromobilidade permanece fortemente condicionada à capacidade produtiva chinesa. Embora o país possua vantagens relevantes na oferta de minerais estratégicos e tenha demonstrado avanços recentes em determinadas etapas do refino químico, os segmentos responsáveis pela maior incorporação tecnológica continuam amplamente concentrados no exterior. A dependência observada não se limita, portanto, à importação de veículos acabados, mas abrange também os componentes intermediários que tornam possível sua produção, manutenção e operação.

Quando analisadas em conjunto, as evidências apresentadas nos Gráficos 05, 06, 07 e 08 revelam um padrão consistente de especialização produtiva. As exportações brasileiras concentram-se predominantemente nos estágios iniciais da cadeia, associados à extração mineral e ao processamento básico de insumos estratégicos. Em contrapartida, as importações são dominadas por componentes industriais avançados e por veículos acabados, segmentos que concentram os maiores níveis de valor agregado e sofisticação tecnológica.

Dessa forma, os resultados indicam que a expansão da eletromobilidade no Brasil tem ocorrido simultaneamente ao aprofundamento da integração comercial com a indústria chinesa. Tal dinâmica reforça a importância de discutir, no capítulo seguinte, os limites e as oportunidades associados à inserção brasileira nas Cadeias Globais de Valor dos veículos elétricos, bem como os desafios relacionados à ampliação da capacidade nacional de captura de valor nos segmentos mais avançados da cadeia produtiva.

CONCLUSÃO

A presente monografia buscou compreender as transformações impostas pela transição energética à indústria automobilística global, com foco especial nos impactos sobre os fluxos comerciais entre Brasil e China. Ao longo do estudo, evidenciou-se que a substituição do motor a combustão interna pelos veículos elétricos representa muito mais do que uma simples mudança de matriz energética, mas que reconfigura toda a Cadeia Global de Valor (CGV) do setor. Nesse sentido, considera-se que o objetivo proposto nesta pesquisa foi alcançado, ao evidenciar como essa reorganização produtiva alterou os padrões de comércio e a inserção de Brasil e China na Cadeia Global de Valor da eletromobidade.

A análise da trajetória tecnológica demonstrou o deslocamento da complexidade produtiva da engenharia mecânica para a eletroquímica, a eletrônica de potência e o software. A China, compreendendo essa dinâmica, executou uma estratégia bem-sucedida de integração vertical ao dominar desde o refino químico de minerais críticos até a manufatura de células de bateria e a montagem final, o que há posicionou no centro do novo ecossistema automotivo.

No caso brasileiro, os dados empíricos analisados nos fluxos comerciais bilaterais revelaram um cenário de inserção, predominantemente, primário-exportadora na CGV dos veículos elétricos. Constatou-se que a pauta exportadora nacional para a China se encontra concentrada (91%) nos elos *upstream*, sobretudo na extração e no processamento inicial de minerais estratégicos. Embora tenha havido um avanço recente nas exportações de compostos químicos refinados, a análise do valor acrescentado, mensurada pelo preço médio por quilograma, evidenciou a assimetria dessa relação, isto é, o Brasil exporta insumos de baixo valor agregado e importa componentes tecnológicos avançados (*midstream*) e veículos acabados (*downstream*) com altíssima densidade de valor e conhecimento incorporado.

Além disso, a explosão das importações brasileiras de veículos elétricos chineses a partir de 2022, somada à dependência externa na aquisição de baterias de íon-lítio (que representam mais de 80% do mercado importado da China), reforça o diagnóstico de que o Brasil permanece tecnologicamente dependente nos segmentos de maior intensidade tecnológica da cadeia. Desse modo, o Brasil fornece a base material para a transição energética, mas a parcela mais rentável da “Curva Sorriso” (*Smile Curve*) — o design, o desenvolvimento de baterias e a manufatura eletrônica — continua sendo apropriada pelo parceiro asiático.

Em suma, conclui-se que a abundância de recursos naturais estratégicos não se traduz, de forma automática, em captura de valor econômico. Em outras Palavras, o Brasil dispõe de uma base industrial automobilística consolidada e de reservas minerais estratégicas, o que lhe

confere uma janela de oportunidade. Contudo, os resultados desta pesquisa demonstram que sua posição nas Cadeias Globais de Valor dos veículos elétricos dependerá menos da disponibilidade desses recursos e mais da capacidade de transformá-los em conhecimento, inovação e desenvolvimento industrial. Dessa forma, considera-se que o objetivo proposto neste trabalho foi alcançado ao evidenciar, por meio da análise dos fluxos comerciais entre Brasil e China, como a reorganização da Cadeia Global de Valor da eletromobilidade redefiniu os padrões de especialização produtiva e de captura de valor entre os dois países.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARASSA, E. Trajetória Tecnológica do veículo elétrico: atores, políticas e esforços tecnológicos no Brasil. Campinas: Unicamp, 2015.
- BARROS, D. C.; CASTRO, B. H. R.; VAZ, L. F. H. Veículos híbridos e elétricos: sugestões de políticas públicas para o segmento. BNDES Setorial, n. 41, p. 295-344, Setor Automotivo, 2015.
- BOLT, O. Uma viagem pela história dos veículos elétricos. Teoria da Energia, 23 nov. 2023. Disponível em: <https://energytheory.com/pt/hist%C3%B3ria-do-ve%C3%ADculo-el%C3%A9trico-ev/>.
- BLOOMBERGNEF (BNEF). *Lithium-Ion Battery Pack Prices Hit Record Low of \$139/kWh*. BloombergNEF, 27 nov. 2023. Disponível em: <https://about.bnef.com/insights/clean-energy/lithium-ion-battery-pack-prices-hit-record-low-of-139-kwh/>.
- BLOOMBERGNEF (BNEF). *Electric Vehicle Outlook 2025*. Londres: BloombergNEF, 2025. Disponível em: <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/>.
- CALIFORNIA AIR RESOURCES BOARD (CARB). *Zero Emission Vehicle Program*. Sacramento: CARB, 2025. Disponível em: <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/zero-emission-vehicle-program>.
- CASTRO, B. H. R.; FERREIRA, T. T. Veículos elétricos: aspectos básicos, perspectivas e oportunidades. BNDES Setorial, n. 32, p. 267-310, Setor Automotivo, 2015.
- CHAN, C. C. *The State of the Art of Electric and Hybrid Vehicles*. Proceedings of the IEEE, v. 90, n. 2, p. 247–275, 2002.
- CHAN, C. C. *The State of the Art of Electric, Hybrid, and Fuel Cell Vehicles*. Proceedings of the IEEE, v. 95, n. 4, p. 704-718, 2007.
- COSTA, A. S.; VERGA, G. D.; OLIVEIRA, P. H. M. Os veículos elétricos realmente ajudarão com a sustentabilidade no mundo? RevistaFT, Rio de Janeiro, v. 26, n. 116, p. 1-10, nov. 2022. Disponível em: <https://revistaft.com.br/os-veiculos-eletricos-realmente-ajudarao-com-a-sustentabilidade-no-mundo/>.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA). *Vehicle Emission Standards in the EU: Euro 5 and Euro 6*. Copenhagen: EEA, 2024. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/themes/transport/vehicle-emissions>.

GALA, P. A Complexidade da cadeia produtiva de um carro a combustão e como ela se compara à de um carro elétrico. *Economia & Finanças* (site Paulo Gala), 10 jul. 2025. Disponível em: <https://www.paulogala.com.br/a-complexidade-da-cadeia-produtiva-de-um-carro-a-combustao-e-como-ela-se-compara-a-de-um-carro-eletrico/>

GALA, P. Menos Peças, Mais Mudanças: Como os Carros Elétricos Estão Redefinindo a Indústria Automotiva. *Economia & Finanças* (site Paulo Gala), 7 ago. 2025. Disponível em: <https://www.paulogala.com.br/menos-pecas-mais-mudancas-como-os-carros-eletricos-estao-redefinindo-a-industria-automotiva/>

GALA, Paulo. VinFast: A Ascensão da Montadora Vietnamita rumo ao Mercado Global de Carros Elétricos. *Paulo Gala / Economia & Finanças*, 9 abr. 2025. Disponível em: <https://www.paulogala.com.br/vinfast-a-ascensao-da-montadora-vietnamita-rumo-ao-mercado-global-de-carros-eletricos/>

GEREFFI, G. International trade and industrial upgrading in the apparel commodity chain. *Journal of International Economics*, v. 48, n. 1, p. 37-70, 1999.

GEREFFI, G.; HUMPHREY, J.; STURGEON, T. The Governance of Global Value Chains. *Review of International Political Economy*, v. 12, n. 1, p. 78-104, 2005.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). *Global EV Outlook 2023*. Paris: IEA, 2023.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). *Global EV Outlook 2024*. Paris: IEA, 2024.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *Global EV Outlook 2025: Expanding sales in diverse markets*. Paris: IEA, 2025.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). *Electric Vehicles: Total Cost of Ownership Tool*. 13 dez. 2022. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/electric-vehicles-total-cost-of-ownership-tool>.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *What Next for the Global Car Industry? An Energy Technology Perspectives Special Report*. Paris: IEA, 2024. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/what-next-for-the-global-car-industry>.

JUSSANI, A. C. et al.; MASIERO, G.; OGASAVARA, M. H.; RISSO, M. L. A cadeia global de valor dos veículos elétricos no Japão e na Coreia do Sul: Perspectivas de inserção do Brasil. XIX SEMEAD Seminários em Administração, 2016.

KAPLINSKY, R.; MORRIS, M. *A Handbook for Value Chain Research*. Brighton: Institute of Development Studies, 2001.

KNAUF INDUSTRIES. Como aumentar a eficiência e reduzir custos na produção de baterias para carros elétricos. Knauf Automotive (site Knauf Industries), 11 fev. 2025. Disponível em: <https://knaufautomotive.com/pt-br/como-aumentar-a-eficiencia-e-reduzir-custos-na-producao-de-baterias-para-carros-eletricos/>.

KRUGMAN, P.; OBSTFELD, M.; MELITZ, M. Economia Internacional: teoria e política. 10. ed. São Paulo: Pearson, 2015.

LEÃO, R. Minerais críticos da transição energética ou do carro eletrificado? A importância do setor automotivo na demanda futura por minerais críticos. Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior, Brasília, n. 80, p. 77-84, dez. 2025.

MUDAMBI, R. Location, control and innovation in knowledge-intensive industries. Journal of Economic Geography, v. 8, n. 5, p. 699-725, 2008.

PORTER, M. E. Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance. New York: Free Press, 1992.

TESLA. Annual Report 2024 (Form 10-K). Austin: Tesla, Inc., 2024.