

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CAMPUS DE CAMPO GRANDE

ISABELLY FAVINI HORTEGA

**COMPETITIVIDADE DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA ALEMÃ E
CHINESA NA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA: IMPLICAÇÕES PARA O
BRASIL E O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO**

CAMPO GRANDE-MS
2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CAMPUS DE CAMPO GRANDE

**COMPETITIVIDADE DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA ALEMÃ E
CHINESA NA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA: IMPLICAÇÕES PARA O
BRASIL E O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Mato Grosso do Sul, como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Ciências Sociais.

Orientador: Victor Garcia Miranda

CAMPO GRANDE-MS

2025

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	iv
LISTA DE FIGURAS	v
RESUMO	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUÇÃO	3
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
Georreferenciamento	5
Gps (Global Position System)	7
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
4. RESULTADO E DISCUSSÃO	15
5. CONCLUSÕES	22
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

RESUMO

A transição energética tem transformado profundamente a competitividade da indústria automobilística global, especialmente nos modelos adotados por Alemanha e China. A Alemanha, tradicionalmente reconhecida pela engenharia de alta precisão e pelo capitalismo coordenado, enfrenta o desafio de alinhar sua produção às metas de neutralidade de carbono e à rápida eletrificação da frota. Esse processo exige reestruturações significativas, como a expansão da capacidade tecnológica em baterias, o fortalecimento de cadeias produtivas sustentáveis e a adaptação de setores historicamente dependentes da engenharia mecânica. A China se consolidou como líder mundial na fabricação e exportação de veículos elétricos, impulsionada por políticas industriais fortes, investimentos contínuos em pesquisa e desenvolvimento e ampla verticalização produtiva. Compreender esses dois modelos é fundamental para analisar as implicações para o Brasil, que possui vantagens energéticas relevantes, como matriz limpa e longa tradição no uso de biocombustíveis. Contudo, o país ainda enfrenta limitações estruturais que dificultam sua integração à cadeia global da eletromobilidade, incluindo baixa produção de veículos elétricos, insuficiência de infraestrutura de recarga, dependência tecnológica externa e políticas industriais inconsistentes. Este estudo, baseado em abordagem qualitativa e comparativa, avalia dados de produção, exportações, emissões e inovação para identificar como as trajetórias alemã e chinesa impactam o posicionamento brasileiro. Os resultados mostram que a competitividade futura depende da articulação entre inovação tecnológica, políticas ambientais e estratégias industriais. Para o Brasil, as implicações incluem a necessidade de integrar biocombustíveis e eletrificação, fortalecer a indústria nacional e alinhar-se às metas globais de descarbonização.

Palavras-chave: competitividade industrial; transição energética; veículos elétricos; emissões de carbono; indústria automobilística.

ABSTRACT

The energy transition has profoundly transformed the competitiveness of the global automotive industry, especially in the models adopted by Germany and China. Germany, traditionally recognized for its high-precision engineering and coordinated capitalism, faces the challenge of aligning its production with carbon neutrality goals and the rapid electrification of its fleet. This process requires significant restructuring, such as expanding technological capacity in batteries, strengthening sustainable production chains, and adapting sectors historically dependent on mechanical engineering. China has consolidated itself as a world leader in the manufacture and export of electric vehicles, driven by strong industrial policies, continuous investment in research and development, and extensive vertical integration. Understanding these two models is fundamental to analyzing the implications for Brazil, which possesses significant energy advantages, such as a clean energy matrix and a long tradition in the use of biofuels. However, the country still faces structural limitations that hinder its integration into the global electromobility chain, including low production of electric vehicles, insufficient charging infrastructure, external technological dependence, and inconsistent industrial policies. This study, based on a qualitative and comparative approach, evaluates production, export, emissions, and innovation data to identify how German and Chinese trajectories impact Brazil's positioning. The results show that future competitiveness depends on the articulation between technological innovation, environmental policies, and industrial strategies. For Brazil, the implications include the need to integrate biofuels and electrification, strengthen national industry, and align with global decarbonization goals.

Keywords: industrial competitiveness; energy transition; electric vehicles; carbon emissions; automotive industry.

1 – INTRODUÇÃO

A indústria automobilística global está passando por uma transformação significativa, motivada pela transição energética e pelas demandas internacionais para diminuir as emissões de carbono. Nas últimas décadas, a demanda por sustentabilidade ambiental e a procura por tecnologias limpas têm levado governos e empresas a reconsiderarem seus modelos de produção, trocando gradualmente os motores a combustão por opções elétricas e híbridas. Nesse cenário, Alemanha e China surgem como protagonistas de caminhos diferentes, porém igualmente importantes para o futuro da mobilidade e da economia mundial.

A Alemanha, historicamente conhecida por sua engenharia de precisão, avanços tecnológicos e sólida colaboração entre governo, indústria e sindicatos, se depara com o desafio de atualizar sua indústria automotiva para cumprir os objetivos climáticos do Acordo de Paris e as diretrizes de neutralidade de carbono da União Europeia. O país procura conciliar sua tradição em veículos de alto desempenho com a necessidade de eletrificação da frota e o fortalecimento de uma cadeia produtiva sustentável.

Em contrapartida, a China se estabeleceu como líder global na fabricação e exportação de veículos elétricos (EVs), fruto de políticas públicas robustas, subsídios estatais e investimentos significativos em pesquisa, desenvolvimento e infraestrutura de recarga. O modelo chinês integra a grande escala de produção, o domínio tecnológico e a verticalização das cadeias de suprimento, proporcionando-lhe uma considerável vantagem competitiva no contexto da eletromobilidade. A expansão da China tem levado as tradicionais potências industriais, como a Alemanha, a se reposicionar diante das pressões para acelerar sua transição energética e tecnológica.

No que diz respeito ao Brasil, o contexto exibe particularidades. O país conta com uma matriz energética bastante limpa, com forte dependência de fontes renováveis e um histórico de sucesso no uso de biocombustíveis, principalmente o etanol. No entanto, a participação do Brasil nas cadeias globais de eletromobilidade ainda é restrita, em razão da ausência de políticas industriais sólidas, insuficiência na infraestrutura de recarga, dependência tecnológica externa e limitações fiscais que complicam o acesso a veículos elétricos. Portanto, entender as estratégias da Alemanha e da China é essencial para identificar oportunidades e desafios para o Brasil na busca por competitividade e sustentabilidade na indústria.

Nesse contexto, o presente artigo propõe a seguinte questão como problema de pesquisa: de que maneira as estratégias de transição energética adotadas pelas indústrias automobilísticas da Alemanha e da China influenciam a competitividade global do setor e

quais são as implicações concretas para o Brasil, especialmente no que se refere à sua capacidade de integrar-se às cadeias internacionais de eletromobilidade e de avançar no combate às emissões de carbono? Ao enfatizar essas implicações, busca-se compreender não apenas como o Brasil é afetado pelas transformações tecnológicas e geopolíticas conduzidas por essas duas potências, mas também quais oportunidades e riscos emergem para o país diante da disputa global pela liderança na economia de baixo carbono.

O objetivo geral é avaliar comparativamente a competitividade das indústrias automobilísticas alemãs e chinesas na transição energética, considerando seus efeitos sobre o Brasil. Como objetivos específicos, pretende-se: (a) traçar o mapa das políticas e metas climáticas dos dois países; (b) comparar os indicadores de produção, exportação, inovação e emissões; e (c) debater estratégias que possibilitem a incorporação de biocombustíveis e eletromobilidade na matriz de transporte brasileira.

A importância da pesquisa está na necessidade de entender como a transição energética transforma as dinâmicas de poder e competitividade na economia mundial. Além de enriquecer o debate sobre sustentabilidade industrial e políticas públicas, o estudo fornece suporte para que o Brasil implemente estratégias integradas que possam fortalecer sua indústria automotiva e diminuir as emissões de carbono, alinhando-se às metas globais de descarbonização.

2 – REVISÃO DE LITERATURA

2.1 MODELO DE CAPITALISMO NA ALEMANHA

O capitalismo alemão é geralmente descrito como tendo uma natureza coordenada e uma intensa colaboração entre governo, empresas e sindicatos, o que o distingue de economias de mercado mais liberais, como a americana. De acordo com Münchau (2020), a robustez da indústria alemã se baseia em uma estrutura empresarial que valoriza o planejamento a longo prazo, a colaboração institucional e o investimento constante em inovação tecnológica. Esse arranjo tem possibilitado ao país preservar elevados padrões de competitividade e produtividade, particularmente em setores de alta complexidade, como o automotivo.

A articulação entre agentes econômicos e sociais é um aspecto de uma tradição que mescla formação técnica de alto nível, pesquisa aplicada e colaboração entre instituições de ensino e empresas. Pesquisas recentes (Bauer et al., 2021; OECD, 2023) ressaltam que a

Alemanha mantém sua competitividade por meio de políticas industriais focadas na inovação, suporte governamental à pesquisa e estímulo à exportação de produtos com alto valor agregado.

No entanto, esse modelo se depara com obstáculos no cenário da transição energética. A pressão para descarbonizar e eletrificar a frota exige uma reestruturação das cadeias produtivas, demandando maior independência na produção de baterias, semicondutores e componentes eletrônicos, setores em que a China tem progredido de forma mais rápida. Münchau (2020) afirma que a crise da indústria automobilística da Alemanha evidencia a urgência de ajustar um capitalismo que sempre foi focado na engenharia mecânica para uma era de capitalismo verde e digital.

Assim, entender o modelo alemão é fundamental para examinar como o país tenta conciliar tradição industrial e inovação sustentável, mantendo a qualidade técnica que o destacou sem comprometer sua competitividade diante da transformação energética global.

2.2 SITUAÇÃO ATUAL DA INDÚSTRIA ALEMÃ

A indústria automobilística da Alemanha permanece como uma das mais importantes do mundo, não apenas pela sua expressiva participação no PIB, mas também pelo elevado número de empregos diretos que gera. De acordo com dados recentes da *European Automobile Manufacturers' Association* (ACEA), o setor contabiliza aproximadamente 872.446 empregos diretos na fabricação automotiva, número que evidencia a centralidade da indústria para a economia alemã. Relatórios da *Germany Trade & Invest* (GTAI) apontam estimativa semelhante, indicando cerca de 772.900 trabalhadores diretamente empregados na produção automotiva no país em 2024. Esses indicadores reforçam que a indústria automobilística alemã é responsável por uma das maiores bases de empregos industriais da Europa, sustentada por alta qualificação profissional, forte investimento em pesquisa e desenvolvimento e uma sólida estrutura de cooperação entre governo, empresas e instituições de inovação. Nesse cenário, qualquer transformação decorrente da transição energética, como a substituição de motores a combustão por tecnologias elétricas, produz impactos significativos não apenas na competitividade global, mas também no mercado de trabalho, na organização produtiva e na estabilidade econômica da Alemanha.

De acordo com informações da *Bloomberg NEF* (2023), a Alemanha destina aproximadamente 5% da receita do setor automotivo em pesquisa e desenvolvimento, com o objetivo de atingir metas ambiciosas de neutralidade de carbono até 2045. No entanto, ainda

enfrenta desafios relacionados ao elevado custo da transição, dependência de insumos importados e resistência cultural a alterações drásticas em sua engenharia tradicional.

Ademais, o acesso a matérias-primas essenciais para a fabricação de baterias, como lítio e cobalto, tem sido impactado pelo conflito geopolítico e pela instabilidade nas cadeias globais de suprimentos. Esse cenário é particularmente sensível para a Alemanha, cuja indústria automobilística depende fortemente de insumos importados provenientes de regiões politicamente instáveis, como Congo, Chile e Bolívia. A crescente competição internacional por minerais estratégicos, somada às tensões comerciais entre grandes potências, tem elevado os custos de importação, ampliado o risco logístico e exposto as vulnerabilidades de um modelo de produção excessivamente dependente do mercado externo. Pesquisas de Krugman (2022) reforçam que países altamente industrializados, ao enfrentarem gargalos em setores estratégicos, sofrem impactos diretos em sua capacidade de inovação e no ritmo de modernização tecnológica. Já a Agência Internacional de Energia (IEA, 2023) alerta que a transição energética global aumentará em mais de três vezes a demanda por minerais críticos até 2030, o que intensificará a pressão sobre as cadeias produtivas que já operam no limite.

Diante desse contexto, preservar a liderança na indústria automobilística exige que a Alemanha avance em duas frentes estratégicas: reforçar sua independência tecnológica e investir massivamente em infraestrutura sustentável. Isso inclui ampliar a produção interna de baterias por meio de gigafábricas, diversificar fornecedores internacionais, incentivar parcerias tecnológicas com países aliados e promover políticas industriais que reduzam a dependência de insumos críticos. Além disso, o país vem investindo na economia circular, com foco no reaproveitamento de metais por meio da reciclagem de baterias, estratégia vista como essencial para garantir segurança energética e competitividade no longo prazo.

As transformações no setor automotivo mundial e na transição energética não podem ser analisadas de maneira isolada da estrutura do setor elétrico nacional, que influencia diretamente os custos de produção, a segurança energética e a capacidade de atração de investimentos em tecnologias limpas. Nesse contexto, a privatização da Eletrobras, discutida amplamente por especialistas, evidencia riscos estruturais que impactam a competitividade do Brasil no cenário de descarbonização.

Segundo o artigo publicado pelo Grupo de Economia da Energia da UFRJ, a privatização da Eletrobras foi caracterizada como uma “crise contratada”, pois produz distorções no modelo tarifário e reduz a capacidade de planejamento público de longo prazo (Infopetro, 2021). O estudo aponta que, com a descotização das usinas, o preço da energia

tende a se elevar progressivamente, afetando diretamente o setor produtivo, especialmente indústrias intensivas em energia, como a automotiva.

A análise ressalta ainda que a perda de coordenação estatal compromete o desenvolvimento de políticas industriais integradas, essenciais para que o Brasil avance na eletromobilidade. A ausência de um planejamento energético mais centralizado dificulta investimentos em infraestrutura de recarga, linhas de transmissão dedicadas e integração de fontes renováveis, elementos fundamentais para que o país aproveite sua vantagem comparativa de possuir uma matriz elétrica majoritariamente limpa.

Dessa forma, o caso da Eletrobras mostra que a transição energética no Brasil depende não apenas do avanço tecnológico, mas também da governança do setor elétrico. Sem estabilidade tarifária e capacidade institucional de planejamento, o país tem dificuldade em competir com Alemanha e China, que estruturam suas políticas industriais em bases sólidas de coordenação energética.

O *Fit for 55* constitui um dos mais ambiciosos conjuntos de políticas climáticas já implementados pela União Europeia. Lançado em 2021 como parte do *European Green Deal*, o pacote reúne um conjunto de legislações destinadas a assegurar que a UE reduza suas emissões de gases de efeito estufa em 55% até 2030, em relação aos níveis de 1990, preparando o bloco para alcançar a neutralidade climática até 2050. Entre as principais medidas, destacam-se a revisão do Sistema de Comércio de Emissões (ETS), a criação de um mercado de carbono específico para edifícios e transportes, o aumento obrigatório do uso de energias renováveis, o reforço das metas de eficiência energética e o estabelecimento do Mecanismo de Ajuste de Carbono na Fronteira (CBAM), que aplica tarifas de carbono a produtos importados para evitar a chamada “fuga de emissões”.

No campo da mobilidade, o *Fit for 55* impõe metas rigorosas para a redução de emissões de veículos e determina a expansão acelerada da infraestrutura para carros elétricos, estabelecendo prazos e exigências para a instalação de pontos de recarga em toda a União Europeia. Para a Alemanha, essas diretrizes funcionam como um motor de transformação estrutural: ao mesmo tempo em que pressionam sua tradicional indústria automobilística a migrar da engenharia mecânica para tecnologias elétricas e digitais, também exigem que o país concilie competitividade industrial, manutenção de empregos e metas ambientais de longo prazo. Assim, o *Fit for 55* não apenas define novos parâmetros para o setor automotivo europeu, mas também redefine o que significa exercer liderança tecnológica no século XXI.

O estudo de Oberthür e Kulovesi (2025) oferece uma análise aprofundada das mudanças qualitativas introduzidas pelo pacote climático europeu *Fit for 55*, reforçando sua

importância para a transformação estrutural da indústria automobilística alemã. O artigo destaca que o conjunto de 19 legislações ampliou significativamente a ambição, a abrangência setorial e o rigor regulatório do marco climático da União Europeia

Entre os avanços identificados, os autores destacam: (a) o aumento da meta de redução das emissões para -55% até 2030; (b) a ampliação do Sistema de Comércio de Emissões, agora incluindo setores como transporte marítimo e aviação; e (c) a criação de novos instrumentos econômicos e regulatórios destinados a acelerar a descarbonização industrial. O estudo argumenta que, se plenamente implementado, o Fit for 55 pode garantir que a União Europeia atinja suas metas climáticas de 2030, apesar das resistências políticas recentes.

Essa revisão é particularmente relevante para compreender o caso alemão, pois evidencia que a pressão regulatória europeia acelera a eletrificação da frota e estimula investimentos robustos em inovação, infraestrutura e novas tecnologias automotivas. Isso cria um ambiente altamente competitivo que afeta diretamente o posicionamento do Brasil, que enfrenta desafios estruturais na integração à cadeia global da eletromobilidade.

2.3 REFLEXOS PARA O BRASIL: COMPETITIVIDADES E EMISSÕES

Nesse contexto global, o Brasil ocupa uma posição única. Sua matriz energética, em grande parte renovável, e a longa tradição no uso de biocombustíveis, como o etanol, constituem vantagens significativas na busca por uma economia de baixo carbono. No entanto, o país enfrenta obstáculos estruturais para se integrar às cadeias globais de eletromobilidade, que são lideradas pela China e Alemanha.

Segundo a ANFAVEA (2023), o Brasil fabrica aproximadamente 2,5 milhões de veículos anualmente, com uma participação reduzida de veículos elétricos e híbridos (menos de 2% do total). A falta de incentivos fiscais sólidos, a infraestrutura de recarga insuficiente e a dependência de componentes importados limitam o progresso da eletromobilidade no país. De acordo com a Agência Internacional de Energia (IEA, 2023), o setor de transportes é responsável por 25% das emissões de CO₂ no país, o que destaca a necessidade urgente de políticas públicas mais eficientes para minimizar os danos ambientais.

Furtado e Gurgel (2022) defendem que o Brasil precisa implementar uma estratégia híbrida, mesclando o aumento da produção de biocombustíveis com o incentivo à eletrificação progressiva da frota. Com essa estratégia, o país poderia tirar proveito de suas vantagens energéticas e, simultaneamente, se posicionar de maneira competitiva no mercado global de automóveis.

Ademais, o Brasil possui potencial para atrair investimentos internacionais em indústrias de baterias, estudos em hidrogênio verde e logística sustentável, áreas fundamentais para o futuro da mobilidade limpa. No entanto, para transformar essas oportunidades em realidade, é fundamental a colaboração entre governo, setor industrial e universidades, seguindo o exemplo do capitalismo coordenado, que historicamente foi um fator de sucesso para a Alemanha.

Dessa forma, os efeitos da rivalidade entre Alemanha e China vão além do âmbito econômico, atingindo esferas sociais, ambientais e tecnológicas, que definirão a posição do Brasil na nova economia verde mundial.

3 – MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo utiliza uma metodologia mista, integrando técnicas qualitativas e quantitativas para permitir uma análise abrangente e interdisciplinar da competitividade da indústria automobilística da Alemanha e China no cenário da transição energética, além de seus impactos no Brasil. Como o estudo visa examinar um fenômeno em andamento sem manipular variáveis, sua natureza é exploratória e descritiva. Ele observa como os países têm respondido às demandas de descarbonização e aos desafios tecnológicos apresentados pela mobilidade elétrica. A combinação de análises qualitativas e quantitativas é necessária para interpretar os dados empíricos de produção, exportação, inovação e emissões de carbono, bem como os aspectos estruturais e políticos da transição energética.

O método empregado é o comparativo, geralmente usado nas Ciências Sociais para reconhecer semelhanças, diferenças e interdependências entre diferentes contextos nacionais. Essa abordagem possibilita a compreensão de como elementos institucionais, políticas públicas e estratégias industriais influenciam o desempenho e a sustentabilidade das economias em estudo. Nesta pesquisa em particular, a comparação entre Alemanha e China foi relacionada ao contexto brasileiro, com o objetivo de mostrar como os caminhos dessas duas potências afetam a posição do Brasil no mercado automotivo mundial.

A pesquisa foi conduzida em quatro fases principais. A primeira envolveu uma pesquisa bibliográfica e documental, que incluiu a leitura de trabalhos teóricos sobre capitalismo coordenado, competitividade industrial e transição energética, como os de Münchau (2020), Lakatos e Marconi (2017) e Gil (2017), bem como artigos científicos recentes e relatórios setoriais divulgados entre 2020 e 2024. Essa fase possibilitou a elaboração do referencial teórico que embasa a análise comparativa. Na segunda fase, foram

coletados dados secundários a partir de bases estatísticas e relatórios institucionais de fontes reconhecidas globalmente, como a Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles (OICA), China Association of Automobile Manufacturers (CAAM), Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA), BloombergNEF, Eurostat e Agência Internacional de Energia (IEA). Esses documentos disponibilizaram informações sobre a produção anual de veículos, volume das exportações, investimentos em pesquisa e desenvolvimento, além da presença de veículos elétricos nas frotas do país.

A terceira fase consistiu na análise comparativa propriamente dita, com a organização dos dados em tabelas e gráficos para identificar padrões de competitividade entre os países. Variáveis como produção de automóveis, capacidade de exportação, investimento em inovação, políticas de promoção da eletromobilidade e níveis de emissões de dióxido de carbono foram analisadas. Essa análise destacou as distintas estratégias nacionais: a Alemanha foca na modernização gradual de sua indústria tradicional, enquanto a China opta por uma transformação rápida fundamentada em escala, subsídios e verticalização da produção.

A quarta e última etapa focou na implementação dos resultados no contexto brasileiro, analisando a posição do país em relação às tendências mundiais. Esta seção da pesquisa procurou entender até que ponto o Brasil, com sua matriz energética predominantemente renovável e tradição no uso de biocombustíveis, pode se inserir de forma competitiva na cadeia global de veículos elétricos. Também foram analisados fatores como infraestrutura de recarga, políticas de incentivo, despesas de importação e obstáculos tecnológicos que impedem o progresso da eletromobilidade no país.

A análise dos dados utilizou estatísticas e interpretação qualitativa dos resultados, empregando a triangulação metodológica como estratégia para reforçar a confiabilidade das conclusões. Dados técnicos relacionados à produção, exportação e emissões foram combinados com a literatura teórica sobre políticas industriais, inovação tecnológica e sustentabilidade ambiental. Essa combinação de métodos quantitativos e qualitativos possibilitou a compreensão tanto dos números que refletem a competitividade dos países quanto dos fatores estruturais e institucionais que a definem.

A opção por essa metodologia baseia-se na demanda de analisar a transição energética de forma complexa, levando em conta a interação entre elementos econômicos, sociais e ambientais. Yin (2015) e Severino (2016) argumentam que a combinação do estudo comparativo com a análise empírica aumenta a capacidade explicativa da pesquisa,

possibilitando interpretações mais amplas sobre fenômenos globais. Assim, esta pesquisa procura conciliar rigor científico e relevância prática, contribuindo para o debate acadêmico e fornecendo subsídios que possam guiar políticas públicas e estratégias industriais focadas na sustentabilidade e na competitividade da indústria automotiva brasileira em um contexto de transição energética global.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos resultados mostra que a indústria automobilística global está passando por uma mudança significativa, motivada pela necessidade de diminuir as emissões de carbono e cumprir os objetivos internacionais de descarbonização. Nesse contexto, Alemanha e China emergem como centros de competitividade global, adotando estratégias diferentes, porém alinhadas em um objetivo compartilhado: a transição para uma economia automotiva sustentável e com baixo nível de carbono. A comparação entre esses dois modelos evidencia não só as diferenças estruturais no desenvolvimento econômico, mas também lições significativas para o Brasil, que procura se reposicionar frente às novas exigências energéticas e ambientais.

A Alemanha preserva uma das indústrias automobilísticas mais tradicionais e sólidas do planeta, apoiada por uma base tecnológica avançada, elevada qualificação da mão de obra e sólida colaboração entre governo, empresas e centros de pesquisa. De acordo com dados da Organização Internacional de Fabricantes de Veículos Motorizados (OICA, 2023), o país produz cerca de 4,5 milhões de veículos por ano, sendo que cerca de 60% deles são exportados. Apesar de o segmento de veículos elétricos ainda corresponder a cerca de 15% da produção total, nota-se um aumento contínuo, impulsionado por políticas governamentais que promovem a eletrificação e a substituição gradual dos motores a combustão. Aproximadamente 5% do faturamento do setor é destinado a investimentos em pesquisa e desenvolvimento, demonstrando o compromisso das montadoras com a inovação tecnológica e sustentabilidade ambiental.

Embora possua uma estrutura sólida, a indústria alemã se depara com desafios significativos. A transição energética tem revelado fragilidades estruturais em sua cadeia de produção, sobretudo pela dependência de matérias-primas essenciais, como lítio e cobalto, e de componentes estratégicos, como baterias e semicondutores, cuja fabricação ainda é amplamente concentrada na Ásia. Essa dependência expõe a indústria alemã a riscos geopolíticos, à volatilidade dos mercados internacionais e a interrupções logísticas, fatores

que comprometem sua autonomia produtiva e elevam os custos de adaptação tecnológica. O país, que historicamente construiu sua competitividade sobre a excelência mecânica e a engenharia de precisão, precisa agora migrar para um modelo produtivo baseado na digitalização, eletromobilidade e energia limpa, um movimento que demanda investimentos elevados, reorganização das cadeias industriais e novas competências profissionais.

Consciente dessas vulnerabilidades, o governo alemão, alinhado à Comissão Europeia, adotou o programa *Fit for 55*, que estabelece a meta de reduzir as emissões em 55% até 2030 e redefinir as bases regulatórias para a indústria europeia no contexto da neutralidade climática. Como destacam Oberthür e Kulovesi (2025), esse pacote legislativo não é apenas um conjunto de metas ambientais, mas um instrumento de transformação econômica profunda, capaz de reconfigurar setores inteiros ao exigir coerência entre políticas climáticas, industriais e comerciais. Para a indústria automobilística alemã, isso se traduz em pressões simultâneas: acelerar a eletrificação da frota, internalizar etapas estratégicas da produção de baterias, fortalecer a inovação em energia renovável e expandir a infraestrutura de mobilidade elétrica.

Nesse novo cenário, a Alemanha enfrenta o desafio de equilibrar sustentabilidade, manutenção de empregos e competitividade internacional. A adaptação às exigências do *Fit for 55* implica custos elevados de modernização, riscos de deslocamento produtivo e tensões com setores tradicionais altamente dependentes da engenharia mecânica. Ao mesmo tempo, abre oportunidades para reposicionar o país como líder em tecnologias verdes, inteligência veicular e sistemas avançados de armazenamento de energia. Assim, o dilema central da Alemanha é conciliar sua tradição industrial com a urgência de uma reestruturação que preserve seu protagonismo em um mercado global que se move rapidamente em direção à descarbonização.

Por outro lado, a China segue um caminho caracterizado por uma rápida expansão e pela implementação de políticas industriais ousadas, com o objetivo de liderar o mercado global de veículos elétricos. De acordo com a China Association of Automobile Manufacturers (CAAM, 2023), a produção anual de veículos no país ultrapassa 30 milhões, sendo aproximadamente 30% deles elétricos. A China se consolidou como a principal potência na nova economia automotiva devido à sua grande escala de produção, forte apoio do governo e investimentos constantes em pesquisa e desenvolvimento. A política do governo combina incentivos fiscais para montadoras, subsídios diretos aos consumidores e investimentos em infraestrutura, com foco na criação de redes de recarga rápida em regiões urbanas e industriais. A China se tornou a principal fornecedora global de insumos

estratégicos, como baterias de íon-lítio e minerais críticos, como o cobalto, devido ao seu domínio na fabricação e refino desses materiais.

Ademais, a estratégia da China possui um aspecto geopolítico claro, ao fortalecer a dependência tecnológica de outras nações em relação à sua manufatura. A liderança chinesa no setor é explicada pela combinação de grande escala de produção, verticalização das cadeias de suprimento e investimento em inovação. Segundo a BloombergNEF (2023), o país destina aproximadamente 4% de sua receita automotiva em pesquisa e desenvolvimento, com foco no progresso de tecnologias de baterias sólidas e motores elétricos de alta eficiência. O modelo chinês mostra que é fundamental alinhar políticas públicas, investimento estatal e inovação tecnológica para obter liderança em um mercado global em transformação.

Por outro lado, o Brasil ocupa uma posição intermediária e desafiadora. O país conta com uma matriz energética majoritariamente renovável e uma sólida experiência no uso de biocombustíveis, elementos que poderiam facilitar uma transição sustentável e competitiva. Contudo, segundo dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2023), a produção anual é de aproximadamente 2,5 milhões de veículos, dos quais menos de 2% são elétricos ou híbridos. A baixa participação destaca a lentidão da indústria nacional em se adaptar às novas tecnologias, o que reflete a falta de políticas públicas específicas, ausência de incentivos fiscais e infraestrutura de recarga insuficiente. Ademais, os altos custos de importação de peças, principalmente baterias, fazem com que os veículos elétricos sejam inacessíveis para a maioria dos consumidores brasileiros.

No âmbito ambiental, a situação do Brasil também exige atenção. Segundo a Agência Internacional de Energia (IEA, 2023), aproximadamente 25% das emissões nacionais de dióxido de carbono provêm do setor de transportes, percentual proporcionalmente superior ao registrado na China e na Alemanha. Contudo, esse dado deve ser interpretado com cautela, pois o transporte aparece como maior emissor no Brasil não porque emite mais que esses países, mas porque os outros setores domésticos emitem muito menos, em razão da matriz elétrica brasileira ser predominantemente limpa, composta majoritariamente por hidrelétricas, além de fontes renováveis como biomassa e eólica. Em contraste, tanto a China quanto a Alemanha possuem matrizes elétricas mais intensivas em carbono, fortemente dependentes de carvão e gás natural; por isso, nesses países, a maior parcela das emissões provém justamente do setor elétrico e industrial, e não do transporte.

Assim, embora o uso do etanol e de biocombustíveis reduza significativamente as emissões por quilômetro rodado no Brasil, o impacto absoluto do transporte ainda é elevado devido à ampla circulação de veículos leves a gasolina ou etanol e, sobretudo, ao grande

contingente de caminhões e ônibus movidos a diesel, especialmente nas regiões urbanas densas e nos corredores logísticos. Nesse cenário, torna-se fundamental formular uma política integrada que combine biocombustíveis avançados, eletrificação progressiva da frota e expansão do transporte público de baixa emissão, de modo a articular as vantagens energéticas brasileiras com os avanços tecnológicos globais.

A posição do Brasil na transição energética exige um exame mais aprofundado. Embora o país possua uma das matrizes elétricas mais limpas do mundo, com grande participação de hidrelétricas, biomassa e fontes renováveis, a expansão dos veículos elétricos tende a produzir pressão adicional sobre o sistema de geração e transmissão de energia. Diferentemente de Alemanha e China, que precisam descarbonizar setores elétricos ainda dependentes de carvão e gás natural, o Brasil parte de um ponto de vantagem ambiental, mas enfrenta desafios estruturais que podem limitar sua capacidade de absorver uma frota elétrica crescente. A adoção massiva de veículos elétricos implicará maior demanda por estabilidade no suprimento, ampliação de linhas de transmissão, expansão da capacidade instalada e gestão adequada de sazonalidades hídricas. Assim, o problema brasileiro não é apenas tecnológico ou industrial, mas também energético e regulatório, pois a eletromobilidade depende diretamente de um sistema elétrico robusto, diversificado e seguro.

Nesse contexto, as implicações tornam-se ainda mais sensíveis após a privatização da Eletrobras, responsável historicamente por grande parte da geração e transmissão do país. Como discutem analistas do setor elétrico, a privatização alterou a lógica de investimentos, ampliando a dependência do mercado e reduzindo o papel direto do Estado na coordenação de projetos estratégicos de longo prazo. Para que o Brasil consiga incorporar milhões de veículos elétricos nas próximas décadas, será necessário assegurar que o sistema elétrico cresça de forma planejada, com investimentos contínuos em expansão de capacidade, modernização de linhas de transmissão, diversificação de fontes renováveis e mecanismos de segurança energética. Caso contrário, a eletrificação do transporte, que deveria reduzir emissões e aumentar a competitividade, pode gerar gargalos estruturais, elevação tarifária e risco de instabilidade energética. Portanto, as implicações para o Brasil são profundas: a transição para a eletromobilidade não depende apenas da indústria automotiva, mas de uma governança elétrica capaz de garantir que o aumento da demanda seja atendido com sustentabilidade, segurança e preços acessíveis.

Os resultados analisados aqui mostram que a transição energética é, acima de tudo, uma necessidade econômica e estratégica, em vez de apenas um desafio ambiental. A habilidade de inovar, diminuir emissões e ajustar-se às demandas do mercado global

determinará o futuro da indústria automobilística e, consequentemente, o lugar que cada nação ocupará na economia sustentável. Ao analisar os caminhos percorridos pela Alemanha e pela China, o Brasil vê a chance de criar seu próprio modelo de desenvolvimento sustentável, harmonizando seus recursos naturais com a modernização tecnológica e contribuindo de maneira significativa para as metas globais de redução das mudanças climáticas.

5 – CONCLUSÕES

A análise realizada durante este estudo revelou que a competitividade da indústria automobilística global, particularmente no eixo Alemanha-China, depende diretamente da habilidade de adaptação tecnológica e da criação de políticas públicas eficientes em relação à transição energética. A substituição gradual dos motores a combustão por veículos elétricos não representa apenas uma mudança na indústria, mas uma mudança estrutural no paradigma, em que a sustentabilidade ambiental e a inovação tecnológica se tornam os principais fatores de crescimento econômico.

A Alemanha, sustentada por sua tradição de engenharia e por um modelo de capitalismo coordenado, continua sendo um padrão mundial em qualidade e tecnologia. No entanto, se depara com desafios consideráveis devido à velocidade com que a China está conquistando a liderança na eletromobilidade. O modelo alemão, que se fundamenta na colaboração entre governo, indústria e sindicatos, tem assegurado estabilidade e inovação constante. No entanto, sua dependência de recursos externos e o processo de eletrificação mais lento destacam a urgência de uma integração mais profunda com setores emergentes, como baterias e semicondutores. Mesmo assim, a Alemanha se destaca como um exemplo de transição sustentável gradual, baseada em planejamento e eficiência, graças aos investimentos significativos em pesquisa e desenvolvimento, além da implementação de metas ambientais rigorosas.

Em contrapartida, a China adota uma estratégia diferente, baseada na intervenção direta do Estado, em subsídios extensivos e na verticalização das cadeias produtivas. A China não é líder global em veículos elétricos apenas por causa da escala de produção, mas também pelo domínio tecnológico em áreas estratégicas, como motores elétricos, baterias de íon-lítio e infraestrutura de recarga. A política industrial da China possui um aspecto geopolítico, uma vez que não só impulsiona o crescimento econômico interno, como também altera a dependência tecnológica global. Ao estabelecer uma cadeia produtiva completa e integrada, a

China se tornou o principal centro da nova economia automotiva, desafiando países tradicionais a reconsiderarem seus modelos de desenvolvimento.

Para o Brasil, os resultados deste estudo revelam uma condição contraditória. O país conta com uma das matrizes energéticas mais limpas do planeta e uma sólida experiência no uso de biocombustíveis, o que o coloca em uma posição vantajosa na busca por uma economia sustentável. Entretanto, a falta de políticas industriais sólidas, a escassez de incentivos fiscais e a infraestrutura de recarga inadequada restringem sua habilidade de participar da cadeia global de eletromobilidade. A fabricação de veículos elétricos no Brasil ainda está em estágio inicial, e o país permanece dependente da importação de peças de alto valor agregado, o que afeta sua competitividade e habilidade de inovação.

Nesse contexto, o desafio do Brasil é desenvolver uma estratégia de transição energética que une suas vantagens naturais a políticas públicas modernas e integradas. É imprescindível incentivar investimentos em pesquisa e desenvolvimento, promover colaborações entre universidades, governo e setor privado, além de implementar uma política fiscal que favoreça tanto a fabricação quanto a aquisição de veículos elétricos. Ademais, a combinação de biocombustíveis e eletromobilidade se apresenta como uma opção viável e sustentável, aproveitando os recursos já estabelecidos pelo país e, simultaneamente, alinhando-se às tendências globais de descarbonização.

Portanto, pode-se concluir que a competitividade na indústria automobilística atual não se baseia apenas na capacidade de produção, mas principalmente na integração entre tecnologia, meio ambiente e políticas públicas. O exemplo da Alemanha evidencia que a inovação sustentável demanda planejamento e articulação institucional, ao passo que o caso chinês indica que a escala e o investimento podem impulsionar o processo de liderança global. Ao analisar ambos os caminhos, o Brasil tem a chance de estabelecer um modelo híbrido, fundamentado em sua vocação energética e em políticas industriais sustentáveis, para se posicionar de forma estratégica na economia de baixo carbono. Dessa forma, a transição energética, além de ser um desafio ambiental, pode se transformar em uma oportunidade única para modernizar a indústria, criar empregos qualificados e fortalecer o desenvolvimento sustentável no país.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. *Relatório anual de produção e vendas de veículos 2023*. São Paulo: ANFAVEA, 2023.

BAUER, Matthias; FRIEDRICH, Stefan; HAHN, Jürgen. *Industrial Policy and Innovation in Germany: Between Tradition and Transformation*. Berlin: Springer, 2021.

BLOOMBERGNEF. *Electric Vehicle Outlook 2023*. Londres: Bloomberg Finance, 2023.

CAAM – China Association of Automobile Manufacturers. *Annual Report 2023*. Beijing: CAAM, 2023.

EUROSTAT. *Industrial R&D Expenditure Statistics 2023*. Luxemburgo: Publications Office of the European Union, 2023.

FURTADO, André; GURGEL, Amanda. *Transição energética e desenvolvimento sustentável no Brasil: caminhos e desafios da eletromobilidade*. Revista Brasileira de Políticas Públicas e Desenvolvimento, Brasília, v. 12, n. 3, p. 45–63, 2022.

GIL, Antonio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

IEA – International Energy Agency. *Global Energy and CO₂ Status Report 2023: Transport and Emissions*. Paris: OECD/IEA, 2023.

INFOPETRO. Privatização da Eletrobras: a crise contratada. 2021. Disponível em: <https://infopetro.wordpress.com/2021/05/31/privatizacao-da-eletrobras-a-crise-contratada/>. Acesso em: 27 nov. 2025.

KRUGMAN, Paul. *The New Geography of Global Manufacturing: Supply Chains and Energy Transition*. New York: W.W. Norton, 2022.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. *Fundamentos de metodologia científica*. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2014.

MÜNCHAU, Wolfgang. *Kaput: a crise da indústria alemã e o futuro do capitalismo industrial*. Frankfurt: Campus Verlag, 2020.

OBERTHÜR, Sebastian; KULOVESI, Kati. *Accelerating the EU's climate transformation: The European Green Deal's Fit for 55 Package unpacked*. Review of European, Comparative & International Environmental Law, v. 34, n. 1, p. 7–22, 2025.

OICA – Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles. *World Motor Vehicle Production Statistics 2023*. Paris: OICA, 2023.

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development. *Innovation, Skills and Industrial Transformation in Germany*. Paris: OECD Publishing, 2023.

SEVERINO, Antonio Joaquim. *Metodologia do trabalho científico*. 24. ed. São Paulo: Cortez, 2016.

YIN, Robert K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.