v7.n9.2026

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

PRODUÇÃO DE VEÍCULOS NO BRASIL: UMA ANÁLISE PREDITIVA DO SETOR

VEHICLE PRODUCTION IN BRAZIL: A PREDICTIVE ANALYSIS OF THE SECTOR

PRODUCCIÓN DE VEHÍCULOS EN BRASIL: UN ANÁLISIS PREDICTIVO DEL SECTOR

Ellen Christine Ferreira Ozores[1], Fernando Andrade Lima Tavares[1], Mel Yukari Tognoli Atsuji[1], Murilo Reis de Jesus[1], Claudia Maria Sodero Salles[2], João Paulo Ferreira de Mello[3]

e798940
https://doi.org/10.47820/recima21.v7i9.8940

PUBLICADO: 09/2026

RESUMO

Este estudo realiza a aplicação do algoritmo de aprendizado de máquina *Random Forest Regression* à análise preditiva sobre os emplacamentos de veículos e sobre a empregabilidade do setor automotivo no Brasil, para os meses de julho a dezembro de 2025, considerando os dados históricos de 2012 até setembro do mesmo ano. O objetivo principal é analisar a capacidade do algoritmo em prever o desenvolvimento do número de veículos emplacados e a empregabilidade gerada pelo setor. Para essa finalidade, foram empregados dados secundários da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA), tratados e analisados por meio de linguagem Python, com o uso de bibliotecas como NumPy e Pandas. O algoritmo foi aplicado com engenharia de atributos cíclicos e validação temporal (*backtesting*). As análises revelam um avanço das tecnologias eletrificadas, estabilidade dos veículos flex e declínio de tecnologias baseadas em combustíveis como diesel, com isso, devido à revolução no mercado, o modelo apresentou dificuldade em realizar a previsão de forma eficiente nos combustíveis emergentes; além disso, foi possível observar leve e gradual recomposição do emprego no setor, com projeções para o fim de 2025 mantendo o padrão identificado no período.

PALAVRAS-CHAVE: Ciência de Dados. *Random Forest Regression*. Indústria Automobilística.

ABSTRACT

This study applies the Random Forest Regression machine learning algorithm to predictive analysis of vehicle registrations in Brazil, as well as employment trends in the Brazilian automotive sector, focusing on the period from July to December 2025. The analysis is based on historical data spanning from 2012 to September 2025. The main objective is to evaluate the algorithm's ability to forecast the evolution of vehicle registrations and employment generated by the sector. For this purpose, secondary data from the National Association of Motor Vehicle Manufacturers (ANFAVEA) were used, processed and analyzed using the Python programming language, with libraries such as NumPy and Pandas. The model incorporates cyclic feature engineering and temporal validation techniques (backtesting). The analyses reveal the advancement of electrified technologies, the stability of flex-fuel vehicles, and the decline of fuel-based technologies such as diesel. Due to the ongoing transformation in the automotive market, the model showed difficulties in efficiently forecasting emerging fuel technologies.

[1] Graduando em Ciência de Dados na FATEC Baixada Santista Rubens Lara.
[2] Mestre em Gestão de Negócios, Graduada em Processamento de Dados, Docente na FATEC Baixada Santista Rubens Lara
[3] Doutor em Matemática Aplicada pela USP, Mestre em Matemática Aplicada pela UFABC, Graduado em Matemática pela USP, Docente na FATEC Baixada Santista Rubens Lara.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Furthermore, it was possible to observe a slight and gradual recovery in employment within the sector, with projections for the end of 2025 maintaining the trend identified throughout the analyzed period.

***KEYWORDS**: Data Science; Random Forest Regression; Automotive Industry.*

RESUMEN
Este estudio realiza la aplicación del algoritmo de aprendizaje de máquina Random Forest Regression al análisis predictivo sobre matriculaciones de vehículos en Brasil, así como en la empleabilidad del sector automotriz en Brasil, para los meses de julio a diciembre de 2025, considerando los datos históricos de 2012 hasta septiembre del mismo año. El objetivo principal es analizar la capacidad del algoritmo para predecir la evolución del número de vehículos matriculados y la empleabilidad generada por el sector. Para este propósito, se utilizaron datos secundarios de la Asociación Nacional de Fabricantes de Vehículos Automotores (ANFAVEA), tratados y analizados por medio del lenguaje Python, con el uso de bibliotecas como NumPy y Pandas. El algoritmo fue aplicado con ingeniería de atributos cíclicos y validación temporal (backtesting). Los análisis revelan un avance de las tecnologías electrificadas, estabilidad de los vehículos flex y declive de tecnologías basadas en combustibles como el diésel, con esto, debido a la revolución en el mercado, el modelo presentó dificultad para realizar la predicción de forma eficiente en los combustibles emergentes; además, fue posible observar ligera y gradual recomposición del empleo en el sector, con proyecciones para finales de 2025 manteniendo el patrón identificado en el período.

***PALABRAS CLAVE**: Ciencia de Datos; Random Forest Regression; Industria Automotriz.*

INTRODUÇÃO

A indústria automobilística no Brasil impulsionou o desenvolvimento econômico, principalmente no período em que o país foi marcado pela substituição de importações como forma de estratégia de industrialização (Vargas; Bunde, 2021). A primeira fábrica a se estabelecer em território nacional foi a Ford, que iniciou suas operações em São Paulo no ano de 1919. Desde então, outras fábricas se instalaram no Brasil, como a General Motors em 1925, localizada também em São Paulo, contribuindo para o crescimento da frota de automóveis no estado, que saltou de 5 mil para 43 mil veículos (Barboza, 2023).

A consolidação do setor ocorreu de forma mais intensa durante o governo de Juscelino Kubitschek, com a criação do Plano de Metas e a adoção de políticas voltadas à atração de montadoras estrangeiras. Esse movimento incentivou o surgimento da indústria nacional de autopeças e marcou um novo estágio da produção automobilística no país, que passou a incorporar tecnologias e práticas produtivas cada vez mais avançadas (Luedemann, 2003). Assim, o ramo automotivo tornou-se um dos principais símbolos da modernização industrial brasileira, refletindo o avanço técnico e a capacidade de adaptação às transformações do mercado (Vargas; Bunde, 2021).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

O presente trabalho tem como objetivo analisar o mercado de produção de veículos no Brasil, por meio de estudo que utiliza o emplacamento dos veículos e a empregabilidade do setor automobilístico, a fim de desenvolver um modelo preditivo para o comportamento nos meses de julho a dezembro de 2025, comparando-os com os dados reais obtidos, de modo a verificar a eficácia das previsões geradas.

Para atender a esse objetivo, foi adotada uma abordagem metodológica baseada na análise de séries temporais e aplicação de técnicas de aprendizado de máquina. Os dados históricos utilizados foram disponibilizados pela Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA), contemplando informações sobre emplacamentos por tipo de combustível e emprego no setor automobilístico.

Após a etapa de organização e tratamento dos dados, foram aplicadas técnicas de codificação cíclica para representar a sazonalidade mensal das informações. Em seguida, utilizou-se o algoritmo *Random Forest Regressor* para gerar estimativas referentes aos meses de julho a dezembro de 2025, posteriormente comparadas com os dados reais.

REFERENCIAL TEÓRICO

A trajetória da indústria automobilística brasileira foi marcada por diferentes fases de desenvolvimento, que acompanharam as políticas industriais e as oscilações do mercado. Luedemann (2003) destaca que a sua formação envolveu a criação de uma ampla cadeia produtiva de autopeças, serviços e infraestrutura, o que impulsionou a difusão de tecnologia e a especialização da mão de obra. Dessa forma, a indústria automobilística representa um campo de inovação, aprendizado tecnológico e reorganização produtiva contínua.

Transformações recentes e desafios

Nas últimas décadas, a indústria automobilística nacional vem enfrentando profundas transformações tecnológicas, produtivas e ambientais. A incorporação de conceitos da Indústria 4.0, como automação, robótica e inteligência artificial, tem exigido altos investimentos das montadoras. Além disso, a transição para veículos elétricos e híbridos reflete uma tendência global de sustentabilidade que avança de forma gradual no Brasil (Consoni *et al.*, 2022).

Ainda assim, existe o impacto das oscilações econômicas sobre o setor, que é fortemente afetado por crises políticas e variações cambiais, tendo sido afetado também pela pandemia da COVID-19, que reduziu a produção e as exportações de veículos (Azevedo *et al.*,

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

2021). Diante disso, a indústria buscou adaptar-se a um ambiente de maior competitividade e incerteza, apostando na inovação tecnológica e na diversificação de mercados para manter sua relevância econômica.

Análise preditiva

A análise preditiva consiste na utilização de métodos estatísticos e computacionais para prever tendências futuras a partir de dados históricos. Na indústria automobilística, a aplicação dessas técnicas permite estimar a demanda de veículos, otimizar estoques e apoiar decisões estratégicas de montadoras e fornecedores, pois com o uso de bibliotecas específicas e algoritmos de aprendizado de máquina aplicados a séries temporais, torna-se possível projetar a evolução da produção automotiva com maior precisão (Bracht *et al.*, 2021).

Aplicação do algoritmo *Random Forest Regressor*

O *Random Forest* é um algoritmo de aprendizado de máquina baseado na combinação de múltiplas árvores de decisão. Esse método realiza previsões por meio da agregação dos resultados de diversas árvores independentes, reduzindo o risco de sobreajuste (*overfitting*) e aumentando a precisão das estimativas (Breiman, 2001). Desse modo, devido à sua capacidade de identificar relações não lineares e lidar com grandes volumes de dados, o algoritmo é amplamente utilizado em problemas de previsão e análise de padrões complexos.

Codificação cíclica e componentes de Fourier

A codificação cíclica é uma técnica utilizada em análises de séries temporais para representar padrões sazonais por meio da transformação de variáveis temporais em funções seno e cosseno (Hyndman; Athanasopoulos, 2021). Essa abordagem permite capturar oscilações que se repetem ao longo do tempo, possibilitando que os modelos reconheçam padrões recorrentes, como aumentos típicos em determinados períodos ou quedas sazonais.

Diferente da utilização de variáveis *dummy*, que são variáveis categóricas binárias utilizadas para representar categorias específicas por meio de valores 0 e 1, os componentes de Fourier representam a sazonalidade de forma contínua, contribuindo para a melhoria da capacidade preditiva em séries temporais longas e com variações periódicas (Hyndman; Athanasopoulos, 2021).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

METODOLOGIA

O presente trabalho tem como finalidade prever o comportamento automobilístico do Brasil nos meses de julho a dezembro de 2025, por meio de dados históricos disponibilizados pela ANFAVEA em sua plataforma digital.

A extração dos dados foi realizada por meio do arquivo “Autoveículos - Produção, emplacamento, exportações em unidades de montados CKD (desmontados), exportações em valor e emprego”, elaborado pela própria ANFAVEA e encontrado na seção de dados abertos do seu sítio eletrônico. Nele, existem dados de janeiro de 2012 até setembro de 2025, sobre exportação, emplacamento por combustível, emprego, produção e outros.

Utilizou-se a plataforma Microsoft Excel para manter no *dataset* apenas os dados necessários, sendo eles:

- “Emplacamento por combustível”, que contém os tipos de veículos como variáveis e, como valores, o total emplacado pela especificação de combustível.
- “Emprego no setor”, que mostra o total de empregados nessa área.

A linguagem Python foi a ferramenta utilizada como base para transpor as tabelas, por meio das bibliotecas numpy e pandas e, principalmente, para a aplicação do modelo e da análise preditiva.

A execução da previsão foi realizada com o algoritmo de aprendizado de máquina *Random Forest Regressor*, integrado à codificação cíclica. No contexto deste estudo, essa técnica foi aplicada para representar a sazonalidade mensal dos dados, considerando ciclos completos ao longo de um ano. A modelagem foi definida por meio das funções seno e cosseno, conforme as equações (1) e (2), seguindo a abordagem de codificação cíclica por transformações trigonométricas (Rashid; Shuja; Rehman, 2025).

$$f(mês) = sin((2\pi * mês)/12) \quad (1)$$

$$g(mês) = cos((2\pi * mês)/12) \quad (2)$$

Na fórmula, “mês” representa a posição do mês no ano (de 1 a 12), e o valor 12 corresponde ao ciclo anual completo. As funções seno e cosseno foram utilizadas para transformar a variável temporal em componentes cíclicos, permitindo representar padrões sazonais recorrentes nos dados.

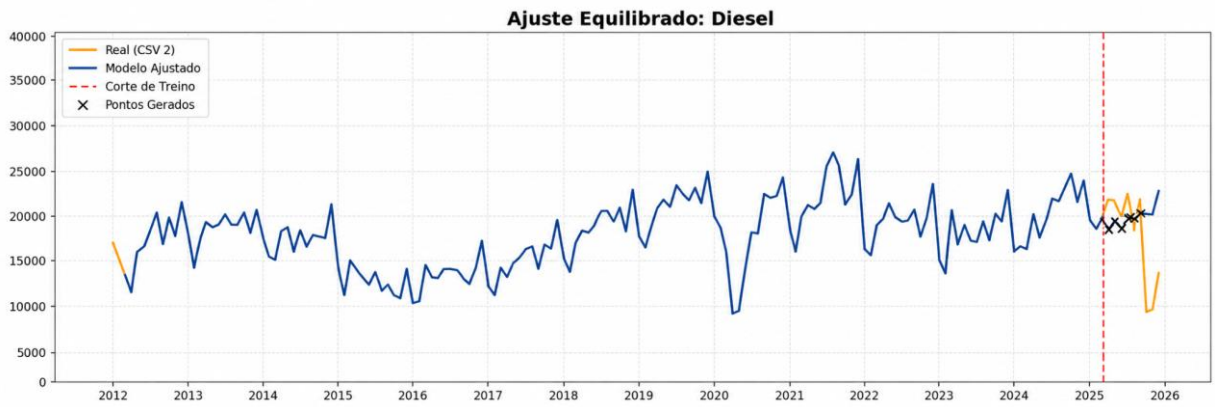
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os gráficos apresentados na análise dos resultados possuem o ajuste do modelo de aprendizado de máquina *Random Forest Regressor* com os dados reais e os previstos, além disso, os gráficos são apresentados seguindo o paradigma temporal histórico dos anos de janeiro de 2012 a junho de 2025, seguindo uma separação mensal para melhor análise de sazonalidade, tendências e choques.

O Gráfico 1 apresenta os emplacamentos de veículos a diesel. Nele, nos períodos entre 2012 e 2016, observa-se uma queda nos emplacamentos, seguida por um período de estabilidade até 2017. A partir de 2018, a trajetória passa a apresentar tendência de crescimento, com oscilações e picos mais elevados até 2021–2022, indicando recuperação do segmento.

Gráfico 1. Emplacamentos de Veículos a Diesel (2012 - 2025)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2025).

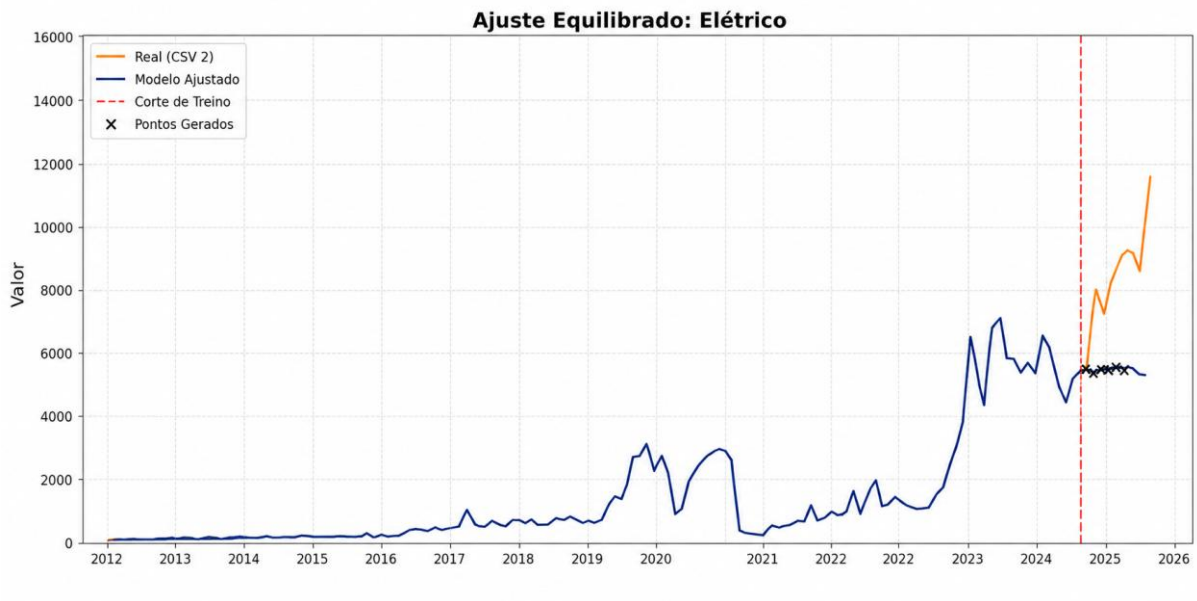
É possível verificar que, a partir de 2023, a série mantém um comportamento oscilatório, porém com leve tendência de alta ao se aproximar de 2025. Entretanto, nota-se uma inconsistência da previsão a partir da segunda metade de 2025, em que os dados reais apresentam valores superiores ao previsto, principalmente no final da série, quando se observa uma queda mais acentuada que não é totalmente capturada pelo modelo.

O Gráfico 2 apresenta os emplacamentos de veículos elétricos. Entre 2012 e o início de 2019, os emplacamentos permanecem em níveis muito baixos, refletindo a fase inicial de adoção da tecnologia. A partir de 2019, observa-se crescimento mais consistente, com avanço

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

acentuado entre 2023 e 2024, indicando expansão do segmento impulsionada por maior oferta, avanços tecnológicos e aumento da demanda.

Gráfico 2. Emplacamentos de Veículos Elétricos (2012 - 2025)



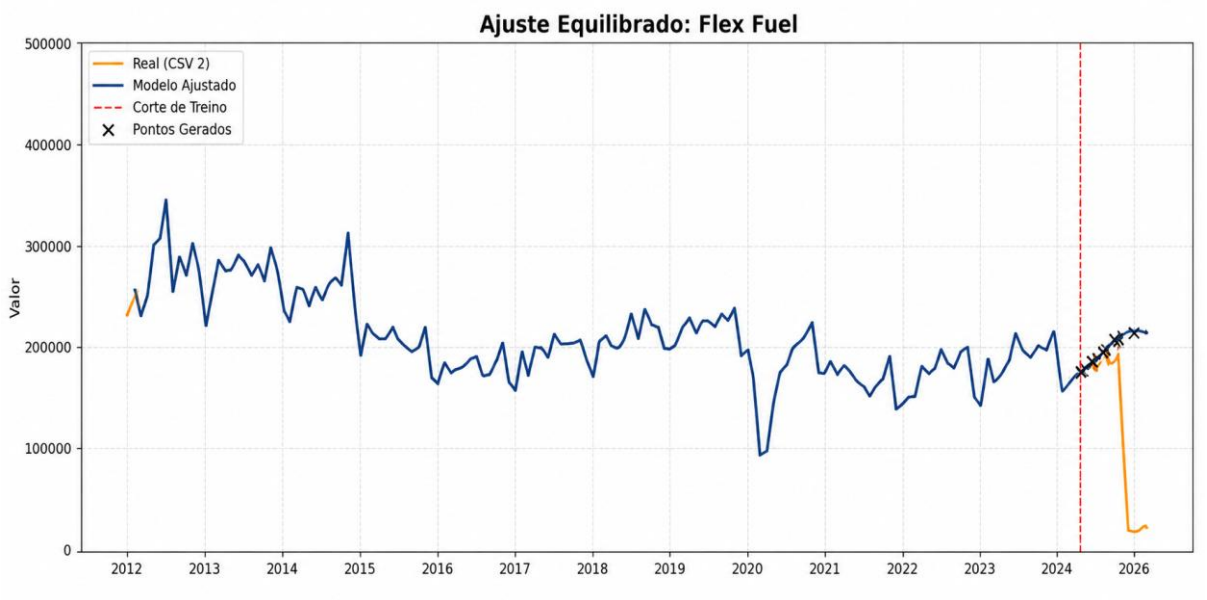
Fonte: Elaboração própria com base nos dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2025).

É possível verificar, a partir de 2025, que os dados reais mostram um crescimento expressivo, enquanto o modelo projeta uma trajetória mais estável, com leve tendência de queda ou estabilização. Essa diferença indica que o modelo não capturou totalmente a aceleração recente do mercado elétrico. Ainda assim, o crescimento dos dados reais acima da linha prevista sugere uma tendência de substituição dos automóveis do modelo anterior (diesel) para os elétricos.

O Gráfico 3 mostra a evolução dos emplacamentos de veículos *flex fuel* ao longo do período analisado. Entre 2012 e aproximadamente 2015, observa-se a manutenção de níveis elevados, porém com oscilações frequentes, indicando um período de forte demanda com variações ao longo do tempo. Entre 2016 e 2019, nota-se uma redução gradual dos valores, seguida por relativa estabilização. Já em 2020, ocorre uma queda acentuada, seguida por recuperação progressiva entre 2021 e 2024, quando os valores voltam a oscilar em níveis intermediários.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Gráfico 3. Emplacamentos de Veículos *Flex Fuel* (2012 - 2025)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2025).

Nessa figura, é possível verificar que, a partir de 2025, os dados reais apresentam uma queda expressiva no final da série, enquanto a tendência projetada indica manutenção em um patamar mais estável. Essa diferença sugere que houve uma mudança recente no comportamento dos emplacamentos, indicando possível instabilidade no curto prazo e a necessidade de acompanhamento para verificar se essa queda representa uma tendência contínua ou apenas uma variação pontual.

O Gráfico 4 apresenta a evolução dos emplacamentos de veículos a gasolina. Entre 2012 e aproximadamente 2014, observa-se que os emplacamentos se iniciam em níveis relativamente elevados, mas com tendência de queda gradual e oscilações frequentes. Entre 2015 e 2019, a redução torna-se mais evidente, levando a um período de estabilização em níveis mais baixos. Em 2020, ocorre uma queda acentuada, seguida por oscilações moderadas e manutenção em patamares reduzidos até cerca de 2022.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Gráfico 4. Emplacamentos de Veículos a Gasolina (2012 - 2025)



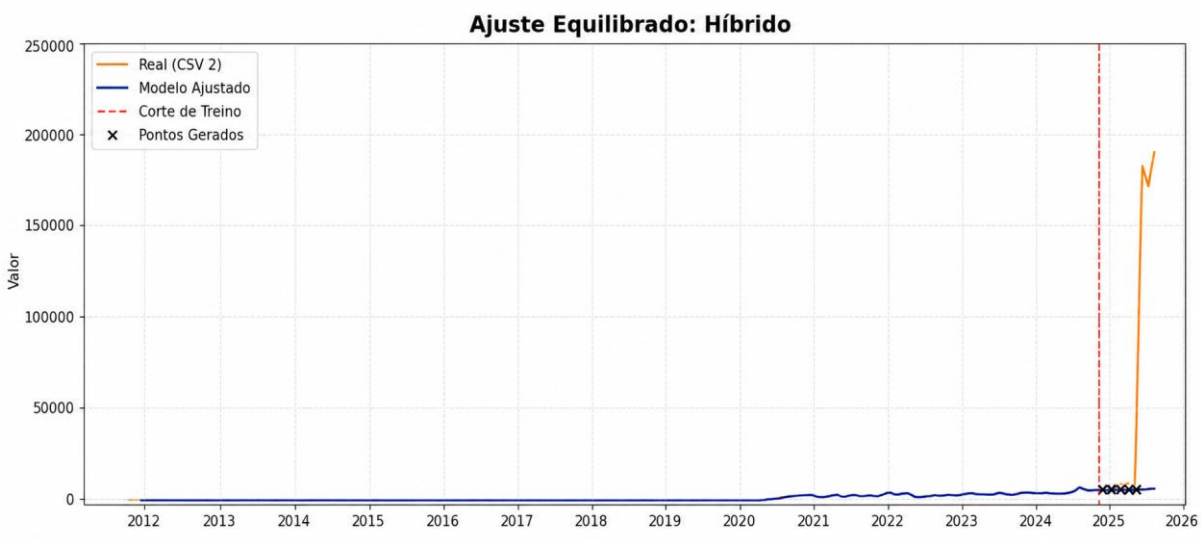
Fonte: Elaboração própria com base nos dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2025).

No Gráfico 4, a partir do ano de 2023, nota-se um crescimento mais consistente nos valores reais, indicando recuperação gradual dos emplacamentos e possível retomada da demanda. De 2025 em diante, os dados reais mostram leve crescimento e variações positivas, enquanto a tendência projetada indica manutenção em um patamar relativamente estável. Com isso, é notório que esse modelo mais se aproximou da realidade, principalmente pela gasolina ser a tecnologia de maior difusão no mercado, resistindo às mudanças do cenário cada vez mais voltado aos automóveis elétricos.

Acerca de emplacamentos de veículos híbridos, no período de 2012 até aproximadamente 2020, apontado no Gráfico 5, observa-se estagnação, com valores muito baixos ou próximos de zero, indicando que se tratava de um mercado ainda incipiente. Esse comportamento está diretamente relacionado ao fato de que a fabricação e a oferta de modelos híbridos eram recentes e limitadas, o que restringia sua penetração no mercado.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Gráfico 5. Emplacamentos de Veículos Híbridos (2012 - 2025)



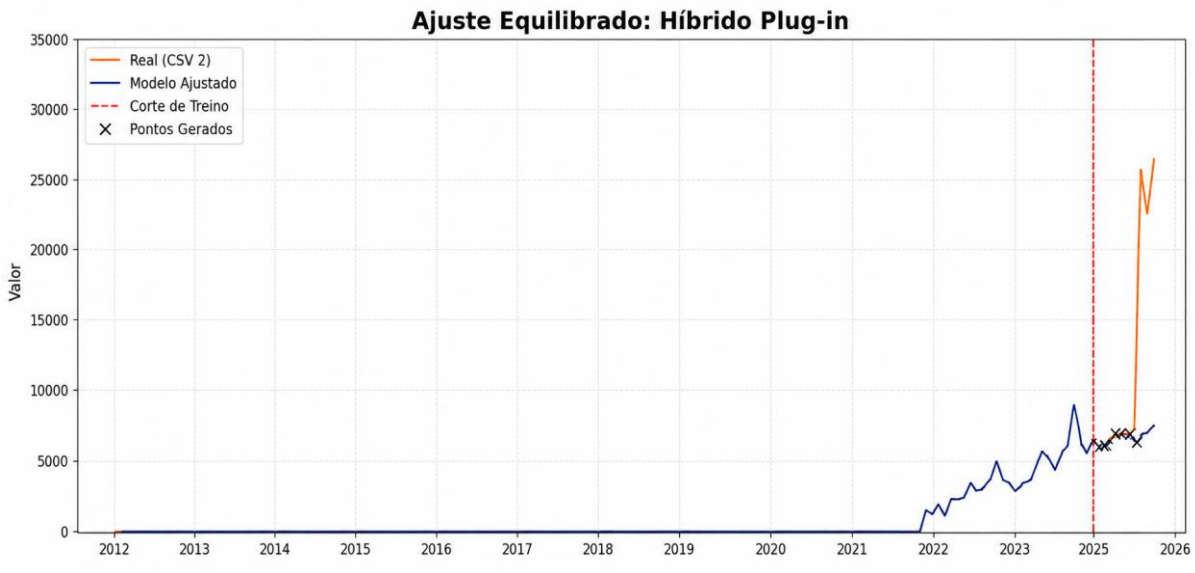
Fonte: Elaboração própria com base nos dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2025).

No Gráfico 5, observa-se que, a partir de 2021, existe um ponto de inflexão, com início de crescimento gradual nos emplacamentos. Entre 2022 e 2024, essa tendência de alta se mantém, ainda que com pequenas oscilações, refletindo um período de transição no qual há aumento da oferta de veículos híbridos, maior aceitação por parte dos consumidores e avanço tecnológico no setor. Já nas projeções para 2025, o gráfico evidencia uma aceleração expressiva no crescimento, indicando uma possível mudança estrutural do mercado com a introdução da nova tecnologia da fabricação de modelos híbridos. Assim, o modelo sugere que o setor está entrando em um estágio de adoção mais ampla e consolidação, impulsionado por escala produtiva, incentivos e maior demanda.

No Gráfico 6, observa-se o emplacamento de veículos híbridos do tipo *Plug-in*. Nele, verifica-se que, durante o período de 2012 até aproximadamente o final de 2022, predominou um cenário de baixa penetração deste tipo de veículo, com emplacamentos praticamente nulos ou residuais, refletindo a fase inicial de introdução dessa tecnologia no país. A partir de 2023, há uma mudança significativa no comportamento da série, com crescimento acelerado dos emplacamentos, que se intensifica ao longo de 2024 e início de 2025, ainda que com algumas oscilações. Esse movimento está associado à ampliação da oferta de modelos, maior competitividade econômica e avanço de políticas voltadas à eletrificação.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Gráfico 6. Emplacamentos de Veículos Híbridos *Plug-in* (2012 - 2025)



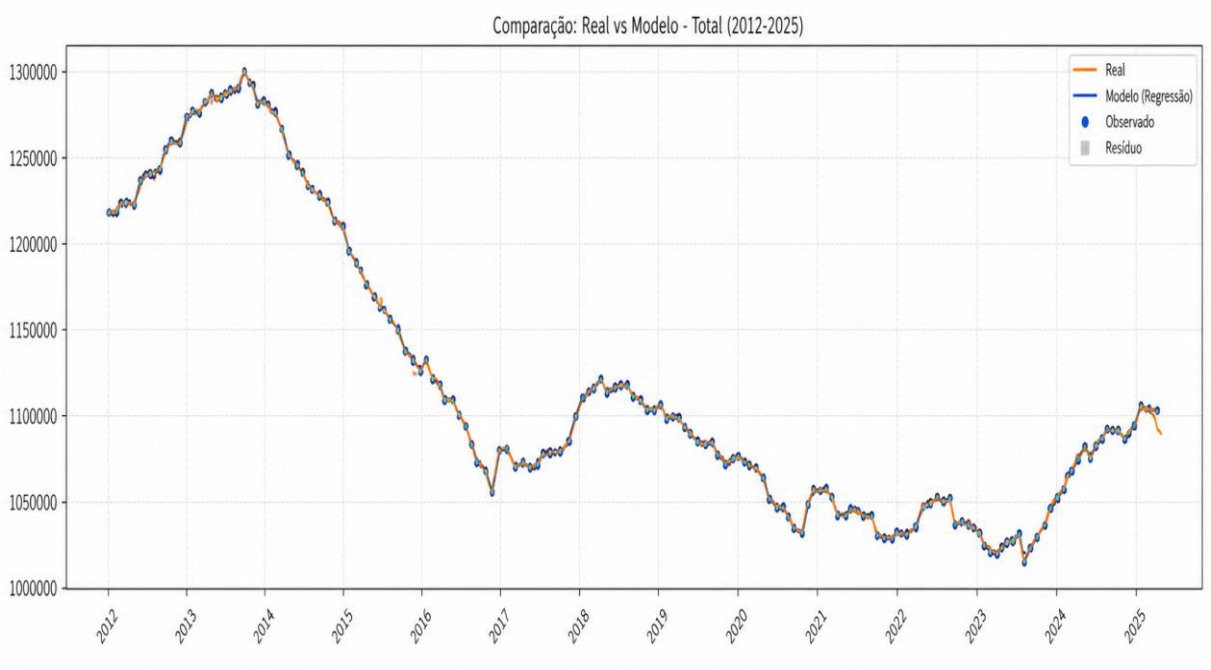
Fonte: Elaboração própria com base nos dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2025).

Nas projeções para o final de 2025, o gráfico indica continuidade dessa trajetória ascendente, com volumes superiores aos níveis históricos observados. Esse padrão sugere que o segmento de híbridos *plug-in* está entrando em uma fase de crescimento estrutural, impulsionado pela expansão dessa nova tecnologia e sua maior aceitação pelo mercado, apontando para consolidação e adoção mais ampla nos próximos anos.

Como forma de comparação, foram também analisados os empregos no setor. No Gráfico 7, entre 2012 e 2014, observa-se um patamar elevado de emprego no setor automobilístico, refletindo o período de expansão da indústria impulsionado por condições macroeconômicas favoráveis e incentivos ao consumo. A partir de 2014, há uma inflexão clara na tendência, com queda contínua do número de empregados até aproximadamente 2016–2017, acompanhando o cenário de recessão econômica no país. Nos anos seguintes, entre 2018 e 2019, nota-se uma recuperação moderada, ainda distante dos níveis observados no período de maior expansão.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Gráfico 7. Histórico de empregados no setor automobilístico (2012 - 2025)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2025).

Verifica-se que, em 2020, ocorre uma nova retração acentuada no nível de emprego, que pode estar associada aos impactos da pandemia de COVID-19, tratando-se, portanto, de uma interpretação inferencial. A partir de 2021, nota-se um movimento de recuperação gradual, com crescimento ao longo de 2022 até 2025, ainda que com oscilações, indicando um processo de reestruturação e retomada da atividade industrial. As projeções para 2025 sugerem continuidade dessa recuperação, com tendência de estabilização em níveis inferiores ao pico histórico, mas evidenciando uma recomposição parcial do emprego no setor.

A comparação entre os valores reais e os estimados pelo modelo, apresentada no Gráfico 7, evidencia um bom ajuste ao longo de todo o período analisado. Observa-se que a série modelada acompanha de forma bastante próxima a trajetória dos dados reais, conseguindo capturar tanto a tendência de queda observada a partir de 2014 quanto as oscilações e a recuperação gradual nos anos mais recentes. As diferenças entre os valores observados e os estimados são pequenas e pontuais, indicando que o modelo apresenta baixo erro e boa capacidade preditiva. Mesmo em períodos de maior volatilidade, como durante a retração associada à pandemia, o modelo mantém aderência satisfatória à dinâmica da série.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise preditiva realizada neste estudo contribuiu para a compreensão do comportamento do setor automobilístico brasileiro a partir de dados históricos e da aplicação de técnicas de modelagem com sazonalidade, com base nos dados da ANFAVEA e na utilização do algoritmo *Random Forest Regressor*. Foi possível identificar padrões relevantes tanto no emplacamento de veículos por tipo de combustível quanto na evolução do emprego no setor. Contudo, o desempenho do modelo não foi homogêneo entre as séries analisadas, apresentando melhor aderência em contextos mais estáveis, como no caso do emprego, e maiores limitações em segmentos marcados por mudanças recentes mais acentuadas, nos quais o modelo subestimou os valores observados.

Os resultados indicam que o setor passa por um processo de transformação, com alterações no comportamento dos diferentes segmentos ao longo do período analisado, com destaque para o avanço dos veículos eletrificados, como elétricos e híbridos, ressaltando uma crescente adesão do mercado quando se trata dessas tecnologias.

Do ponto de vista metodológico, os resultados evidenciam que o modelo empregado é capaz de capturar as tendências gerais e padrões sazonais das séries, mas apresenta limitações na representação de mudanças estruturais muito divergentes ou de acelerações recentes do mercado, visto que o modelo necessita de previsibilidade para seu bom funcionamento. Dessa maneira, a análise preditiva se mostra uma ferramenta útil para apoio à interpretação do setor automobilístico, desde que seus resultados sejam analisados de forma crítica e devidamente contextualizados.

Por fim, conclui-se que o setor automobilístico brasileiro segue em processo de adaptação devido às transformações econômicas e tecnológicas, sendo fundamental o acompanhamento contínuo desses indicadores, assim como o aprimoramento das abordagens de modelagem, para uma compreensão mais precisa de sua dinâmica no futuro.

REFERÊNCIAS

ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. **Edições em Excel**: dados estatísticos para download. São Paulo: ANFAVEA, 2025. Disponível em: https://anfavea.com.br/site/edicoes-em-excel/. Acesso em: 1 nov. 2025.

AZEVEDO, P. F. *et al.* Impactos da pandemia da COVID-19 sobre a indústria automobilística brasileira: choques de oferta, demanda e rearranjos nas cadeias globais de valor. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 20, e021012, 2021. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbi/a/3x9ZKbP8xYVzB3qL/. Acesso em: 24 jan. 2026.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

BARBOZA, M. M. A trajetória histórica da indústria automobilística no Brasil: do nacionalismo desenvolvimentista à globalização. **Revista de História Econômica & Economia Regional Aplicada**, v. 18, n. 32, p. 12–35, 2023. Disponível em: https://www.periodicos.ufv.br/the/article/view/14321. Acesso em: 15 jan. 2026.

BRACHT, R. A. *et al.* Previsão de demanda por peças de reposição na indústria automotiva utilizando modelos de machine learning. **Gestão & Produção**, v. 28, n. 4, e5421, 2021. Disponível em: https://www.scielo.br/j/gp/a/zS3k9yH63N3yKJLq3Tj33zF/. Acesso em: 24 jan. 2026.

BREIMAN, L. Random forests. **Machine Learning**, New York, v. 45, n. 1, p. 5–32, 2001. Disponível em: https://www.stat.berkeley.edu/~breiman/randomforest2001.pdf. Acesso em: 15 jun. 2026.

CONSONI, F. L. *et al.* Propulsão alternativa e transformação tecnológica no Brasil: desafios e cenários para a eletromobilidade e a manufatura avançada no setor automotivo. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 21, e022008, 2022. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbi/a/9y8ZKbP8xYVzB3qL/. Acesso em: 24 jan. 2026.

HYNDMAN, R. J.; ATHANASOPOULOS, G. **Forecasting: principles and practice**. 3. ed. Melbourne: OTexts, 2021. Disponível em: https://otexts.com/fpp3/. Acesso em: 24 jan. 2026.

LUEDEMANN, M. da S. **Transformações na indústria automobilística mundial**: o caso do complexo automotivo no Brasil – 1990-2002. 2003. 321 f. Tese (Doutorado em Geografia Humana) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-26032012-145812/publico/2003_MartadaSilveiraLuedemann.pdf. Acesso em: 15 jan. 2026.

RASHID, L. B.; SHUJA, S. Z.; REHMAN, S. Machine Learning Forecasting of Direct Solar Radiation: A Multi-Model Evaluation with Trigonometric Cyclical Encoding. **Forecasting**, v. 7, n. 4, p. 58, 2025. Disponível em: https://www.mdpi.com/2571-9394/7/4/58. Acesso em: 20 jan. 2026.

VARGAS, P. G.; BUNDE, A. Indústria automobilística brasileira: uma análise das principais transformações tecnológicas no sistema produtivo e seu impacto sobre o emprego. **Pegada**: **Revista da Geografia do Trabalho**, v. 22, n. 2, p. 49–84, 2021. Disponível em: https://revista.fct.unesp.br/index.php/pegada/article/view/8555. Acesso em: 05 nov. 2025.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.