

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ECONOMIA

JOÃO VICTOR DE ANDRADE E SOUZA

**UMA ANÁLISE DO SETOR AUTOMOBILÍSTICO BRASILEIRO NO
PERÍODO DA PANDEMIA DE COVID-19 (2019-2023)**

JUIZ DE FORA - MG

2023

JOÃO VICTOR DE ANDRADE E SOUZA

**UMA ANÁLISE DO SETOR AUTOMOBILÍSTICO BRASILEIRO NO
PERÍODO DA PANDEMIA DE COVID-19 (2019-2023)**

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas da Faculdade de Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial a obtenção do título de bacharel em Economia.

Orientador: Prof. Ângelo Cardoso Pereira

JUIZ DE FORA

2024

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

de Andrade e Souza, João Victor.

Uma análise do setor automobilístico brasileiro no período da pandemia de covid-19 (2019-2023) / João Victor de Andrade e Souza. -- 2025.

48 f.

Orientador: Ângelo Cardoso Pereira

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Economia, 2025.

1. Setor automobilístico. 2. cadeia de suprimentos. 3. preços de veículos. 4. semicondutores. 5. pandemia. I. Cardoso Pereira, Ângelo, orient. II. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
REITORIA - FACECON - Depto. de Economia

ATA DE APROVAÇÃO DE MONOGRAFIA II (MONO B)

Ao Presidente da Comissão Coordenadora de Monografias

Na data de **20/02/2025**, a Banca Examinadora, composta pelos professores

1 - **ÂNGELO CARDOSO PEREIRA** - orientador(a); e

2 - **EDUARDO SIMÕES DE ALMEIDA**,

reuniu-se para avaliar a monografia do acadêmico **João Victor de Andrade e Souza**, intitulada: **Uma análise do setor automobilístico brasileiro no período da pandemia de Covid-19 (2019-2023)**.

Após primeira avaliação, resolveu a Banca sugerir alterações ao texto apresentado, conforme relatório sintético anexo.

Na data de **21/02/2025**, voltou a Banca a reunir-se, avaliando novamente a monografia apresentada, após introduzidas as alterações propostas, resolvendo **APROVAR** a referida monografia.



Documento assinado eletronicamente por **Angelo Cardoso Pereira, Professor(a)**, em 20/02/2025, às 17:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo Simoes de Almeida, Professor(a)**, em 20/02/2025, às 17:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **2258895** e o código CRC **9D1E99EB**.

RESUMO

Esta monografia analisa os impactos da pandemia de COVID-19 no setor automobilístico brasileiro entre 2019 e 2023, focando nos fatores que influenciaram os preços dos veículos novos e usados. A pesquisa utilizou dados da Tabela FIPE, Anfavea, indicadores macroeconômicos do Banco Central e informações sobre a importação de semicondutores, além de técnicas estatísticas como regressão linear múltipla e Análise de Componentes Principais (PCA). Os resultados indicam que as variáveis macroeconômicas, como a taxa de câmbio, a taxa Selic e o IPCA, desempenharam papel crucial na formação dos preços, impactando diretamente a oferta e demanda de veículos. Embora a crise global de semicondutores tenha sido relevante, ela teve um impacto indireto, principalmente devido à escassez de componentes. O mercado de veículos usados foi afetado pela escassez de novos e pelo encarecimento do crédito. A pesquisa conclui que o setor enfrentou desafios significativos, destacando a necessidade de políticas públicas e estratégias empresariais que promovam a estabilidade econômica e a diversificação da cadeia de suprimentos.

Palavras-chave: Setor automobilístico, pandemia, semicondutores, cadeia de suprimentos, preços de veículos.

ABSTRACT

This dissertation investigates the impact of the COVID-19 pandemic on the Brazilian automotive sector between 2019 and 2023, focusing on the factors influencing the prices of new and used vehicles. The research draws on data from the FIPE table, Anfavea reports, macroeconomic indicators from the Central Bank of Brazil, and information on semiconductor imports, employing statistical techniques such as multiple linear regression and Principal Component Analysis (PCA). The findings reveal that macroeconomic variables, including the exchange rate, the central interest rate (Selic), and the Brazilian Consumer Price Index (IPCA), played a critical role in shaping vehicle prices by directly affecting supply and demand. While the global semiconductor crisis had a notable impact, its influence was more indirect, primarily driven by component shortages. The used vehicle market was particularly affected by the scarcity of new models and the rising cost of credit. The study concludes that the sector faced substantial challenges, underscoring the need for public policies and business strategies that foster economic stability and supply chain diversification.

Keywords: Automotive sector, pandemic, semiconductors, supply chain, vehicle prices.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
- BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
- BACEN – Banco Central do Brasil
- GEIA – Grupo Executivo da Indústria Automobilística
- IPI – Imposto sobre Produtos Industrializados
- IPCA – Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
- PND – Programa Nacional de Desenvolvimento
- PCA – Análise de Componentes Principais (*Principal Component Analysis*)
- VIF – *Variance Inflation Factor*
- NCM – Nomenclatura Comum do Mercosul
- COMEXStat – Sistema de estatísticas de comércio exterior do Brasil
- BDI – Baltic Dry Index
- SCRM – *Supply Chain Risk Management*
- ADAS – *Advanced Driver Assistance Systems* (Sistemas Avançados de Assistência ao Condutor)
- SMD – *Surface Mounted Device* (Dispositivo Montado em Superfície)
- Copom – Comitê de Política Monetária
- PIB – Produto Interno Bruto
- FIPE – Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas
- SGS – Sistema de Gerenciamento de Séries Temporais (Banco Central)
- Fenabreve – Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores
- Padis – Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico à Indústria de Semicondutores

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 – Códigos NCM semicondutores

Tabela 1 – Indicadores Econômicos (2013-2016)

Tabela 2 – Resultados do Teste de Chow

Tabela 3 – VIF das variáveis explicativas

Tabela 4 – Coeficientes de Cada Componente Principal (PC)

Tabela 5 – Coeficientes da Regressão

Tabela 6 – Resultado da Regressão Linear Múltipla

Gráfico 1 – Evolução do Preço de Veículos Novos

Gráfico 2 – Preço médio de veículos leves (2019-2023)

Gráfico 3 – Evolução da Taxa Selic

Gráfico 4 – Taxa de Câmbio R\$/USD

Gráfico 5 – IPCA Acumulado 12 meses

Gráfico 6 – Valor do Frete Internacional

Gráfico 7 – Valor Médio dos Semicondutores Importados (USD)

Gráfico 8 – Quantidade de Semicondutores Importados (em milhares)

Gráfico 9 – Produção de Veículos Leves

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 CARACTERIZAÇÃO DO MERCADO DE AUTOMÓVEIS NO BRASIL	13
2.1 O SURGIMENTO DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA	13
2.2 DÉCADA DE 70 E 80.....	14
2.3 ANOS 90 E 2000	15
2.4 CRISE FINANCEIRA DE 2008.....	16
2.5 2010 A 2020	16
3 A PANDEMIA E A RECONFIGURAÇÃO DAS CADEIAS PRODUTIVAS GLOBAIS	20
3.1 GERENCIAMENTO DE RISCO DAS CADEIAS DE SUPRIMENTOS	21
3.2 A CRISE DOS SEMICONDUTORES E SEUS REFLEXOS NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA	23
4 FONTES DE DADOS E SELEÇÃO DE VARIÁVEIS	25
4.1 TABELA FIPE.....	25
4.2 DADOS DA ANFAVEA	26
4.3 INDICADORES MACROECONÔMICOS	26
4.4 DADOS DE SEMICONDUTORES	27
4.5 BALTIC DRY INDEX.....	28
5 METODOLOGIA E ANÁLISE DE REGRESSÃO.....	30
5.1 TESTE DE CHOW E RUPTURAS ESTRUTURAIS	30
5.1 MODELO I – PREÇO DOS VEÍCULOS NOVOS.....	32
5.1.1 COMPONENTE PRINCIPAL 1 (PC1): FATORES FINANCEIROS E EXTERNOS	34
5.1.2 COMPONENTE PRINCIPAL 2 (PC2): FATORES ECONÔMICOS INTERNOS ..	34
5.1.3 COMPONENTE PRINCIPAL 3 (PC3): INTERAÇÃO ENTRE FATORES INTERNOS E EXTERNOS	35
5.2 MODELO II – PREÇOS DOS VEÍCULOS USADOS	37
5.3 CONCLUSÃO DA METODOLOGIA	39

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS	40
6.2 INFLUÊNCIA DA POLÍTICA MONETÁRIA E CAMBIAL	41
6.3 CUSTOS DE FRETE MARÍTIMO	43
6.4 IMPACTO DOS SEMICONDUTORES.....	45
6.5 RENDA MÉDIA DA POPULAÇÃO	47
6.6 PRODUÇÃO DE VEÍCULOS	48
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS	52
ANEXO 1 – TERMO DE CONFIDENCIALIDADE, SIGILO E USO – FIPE.....	56

1 INTRODUÇÃO

O mercado automobilístico brasileiro desempenha um papel fundamental na economia nacional, sendo responsável por uma parcela significativa da produção industrial, geração de empregos e arrecadação tributária (ANFAVEA, 2024). Ao longo das últimas décadas, esse setor passou por diversas transformações, influenciadas por fatores econômicos, tecnológicos e regulatórios, que impactaram diretamente sua dinâmica de produção, precificação e consumo.

A evolução histórica do estabelecimento da indústria no Brasil está intrinsecamente ligada às políticas governamentais de incentivo à industrialização e à substituição de importações (GIAMBIAGI, 2014). Acompanhando o desenvolvimento do setor industrial brasileiro, a indústria automobilística tem sido caracterizada por ciclos de crescimento e retração, muitas vezes impulsionados por fatores como a disponibilidade de crédito, o nível de renda da população, taxas de juros e políticas de subsídios governamentais. Com o passar dos anos, a indústria de veículos também precisou se adaptar a mudanças globais, como a digitalização dos processos produtivos e o avanço do processo de eletrificação.

Nos últimos anos, o setor automobilístico brasileiro enfrentou desafios sem precedentes, desencadeados por fatores externos e internos. A pandemia de COVID-19, por exemplo, impactou severamente a produção e a comercialização de veículos, devido às restrições sanitárias, às interrupções na cadeia global de suprimentos e à crise econômica subsequente. Entre os problemas mais significativos enfrentados pela indústria no período recente, destaca-se a escassez de semicondutores, componente essencial para a fabricação de veículos modernos. Esse fenômeno afetou não apenas o volume de produção, mas também os preços dos automóveis, que sofreram aumentos expressivos no período pós-pandemia.

Meier et al. (2020) salientam a dependência da indústria automobilística brasileira por diversos componentes oriundos de diferentes setores e países, com certos materiais extraídos em uma localidade e processados em outra. A interrupção na produção e logística de semicondutores causada pela pandemia ilustra a vulnerabilidade desse setor quanto a choques externos.

Os semicondutores são componentes essenciais na cadeia de produção de veículos, dada a sua capacidade de conduzir correntes elétricas. O redirecionamento da produção desses componentes para a crescente demanda por dispositivos eletrônicos como computadores e smartphones no período pandêmico resultou em uma escassez de semicondutores para a indústria automobilística. A produção desse tipo de material requer um nível elevado de

expertise e tecnologia, o que concentra sua produção em países com mão de obra altamente qualificada e tecnologicamente avançada, principalmente Taiwan, Estados Unidos e China (SEMICONDUCTOR ENGINEERING, 2024), países gravemente afetados pela Covid e que enfrentaram períodos de paralisação na produção industrial.

Diante desse cenário, a presente monografia tem como objetivo analisar os principais fatores que influenciaram os preços dos veículos no Brasil entre 2019 e 2023, considerando tanto as dinâmicas do mercado interno quanto os impactos dos choques globais. A pesquisa busca compreender como variáveis macroeconômicas, como taxa de câmbio, inflação (IPCA) e taxa de juros (Selic), bem como aspectos setoriais, como o custo do frete marítimo e a oferta de semicondutores, afetaram a precificação dos automóveis novos e usados no período analisado.

Para tanto, a metodologia adotada baseia-se na análise de dados econômicos e setoriais, utilizando ferramentas estatísticas para identificar correlações e padrões entre as variáveis estudadas. A pesquisa se fundamenta em bases de dados como a Tabela FIPE, que fornece informações sobre os preços médios de veículos no Brasil, e indicadores macroeconômicos do Banco Central do Brasil e dados da Anfavea (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores) e do COMEXStat. A análise será conduzida por meio de modelos econométricos, incluindo regressão linear e Análise de Componentes Principais (PCA), a fim de compreender quais fatores tiveram maior impacto sobre os preços dos automóveis durante o período investigado.

Devido à escassez de literatura sobre o mercado automobilístico brasileiro, espera-se que este estudo contribua para uma melhor compreensão da dinâmica do mercado em um contexto de incerteza econômica e mudanças estruturais na indústria global. Os achados podem ser úteis tanto para formuladores de políticas públicas quanto para empresas do setor, auxiliando na formulação de estratégias mais eficazes para lidar com crises futuras e garantir um ambiente mais estável e competitivo para a indústria automobilística nacional.

2 CARACTERIZAÇÃO DO MERCADO DE AUTOMÓVEIS NO BRASIL

O mercado automobilístico brasileiro apresenta uma trajetória marcada por transformações econômicas, políticas e sociais que influenciaram a produção, distribuição e o consumo de veículos ao longo do tempo. Desde a chegada dos primeiros automóveis, no final do século XIX, até os desafios enfrentados nos últimos anos, o setor automobilístico teve um papel importante no desenvolvimento econômico do Brasil.

Este capítulo busca analisar a evolução da indústria automobilística no país, destacando os principais marcos históricos e o impacto das políticas públicas no crescimento do setor. A partir de uma abordagem histórica, será discutido o contexto que envolveu o surgimento e a consolidação da indústria automobilística brasileira, considerando tanto as montadoras nacionais quanto os efeitos da globalização no mercado automotivo.

2.1 O surgimento da Indústria Automobilística

O primeiro veículo automotor a desembarcar no Brasil foi um Peugeot *Type 3 Vis-a-Vis*, trazido da França ainda em 1891 por Santos Dumont, por meio do porto de Santos. Assim como a grande parte dos produtos industrializados no século XIX e início do século XX, os carros que circulavam nas ruas brasileiras eram produzidos em outros países e importados para satisfazer a pequena demanda, já que os custos eram elevados. (MELO, 2008)

Ainda segundo Melo (2008), os primeiros proprietários de automóveis no Brasil eram, em sua maioria, membros das elites, pessoas que viviam um período de sucesso financeiro. Mesmo aqueles provenientes de famílias tradicionais estavam, em maior ou menor grau, ligados ao processo de modernização do país. Inicialmente, o uso dos veículos estava mais associado à busca por status e distinção do que a motivos econômicos. Com o tempo, indústrias e comércios passaram a adquirir carros para otimizar a distribuição de seus produtos.

No início dos anos 50, já existiam unidades da Ford e General Motors no território brasileiro que montavam veículos a partir de kits importados, e também uma crescente indústria de autopeças voltada aos componentes de reposição para atender a demanda dos automóveis importados. Com a popularização dos automóveis e a crescente importação, o balanço de pagamentos começou a deteriorar-se, incentivando o governo a adotar medidas que limitavam a importação de veículos e peças que já eram fabricadas localmente. (BNDES, 2002)

Giambiagi (2014) destaca que com a chegada do governo de Juscelino Kubitschek (1956-1961) foram identificados setores estratégicos que, com estímulos adequados, poderiam superar os gargalos de infraestrutura que decorreram do crescimento econômico brasileiro no período. Na tentativa de promover a industrialização brasileira através do modelo de substituição de importações e consolidar o crescimento econômico brasileiro, programa Plano de Metas estabeleceu 30 metas específicas com foco principal nos setores de energia, transportes e indústria de base.

Santos e Burity (2002) destacam a criação do Grupo Executivo da Indústria Automobilística (GEIA) composto por vários órgãos do governo federal para coordenar a implantação de uma indústria de automóveis no país. O objetivo era promover a rápida fabricação de carros como bens de consumo e de tratores e caminhões como bens de produção. A questão da balança de pagamentos foi atenuada por uma série de decretos que restringiam a importação de peças e automóveis.

Com políticas de incentivos fiscais e crédito facilitado para empresas automobilísticas, foi criado um ambiente favorável para a instalação de fabricas de automóveis no Brasil, atraindo grandes montadoras como Volkswagen, Ford e Chevrolet, e que mais tarde a italiana Fiat viria a também se estabelecer no país.

O setor apresentou inicialmente um crescimento da produção devido a demanda reprimida e a expansão do crédito nos anos 50, dada a prioridade do governo para a indústria no período. Entretanto, nos anos 60 o Brasil passou por um período de aperto monetário e credito restrito, que diminuíram as vendas. A retomada e reestruturação do setor ocorreu no período do “milagre econômico” entre o final dos anos 60 e o início dos anos 70, onde o crescimento observado foi na média de 20% ao ano.

2.2 Década de 70 e 80

Nos anos 70 e 80, a indústria automobilística já estava melhor estruturada e o governo alocou a prioridade de financiamento para outros setores de base, como os bens de capital, siderurgia e petroquímica, focos do I e II PND (Programa Nacional de Desenvolvimento) (GIAMBIAGI, 2014). Os investimentos para o setor automobilístico foram realocados da infraestrutura da indústria para a produção e desenvolvimento tecnológico. Nessa época, a expansão do transporte coletivo de passageiros e o transporte de carga receberam um aumento na

participação do financiamento, além da criação de programas de pesquisa, como o Proálcool, destinado ao desenvolvimento de combustíveis alternativos.

2.3 Anos 90 e 2000

Nos anos 1990, o Brasil passou por um processo significativo de abertura econômica, que incluiu a redução das barreiras protecionistas e a liberalização das importações. Durante as décadas anteriores, o país havia adotado uma política de restrição às importações de carros, com o objetivo de proteger a indústria automobilística nacional e incentivar a produção local. A abertura dos portos para carros estrangeiros exacerbou a defasagem tecnológica da indústria local, pressionando redução dos custos e aumento na qualidade e produtividade, para competir com o padrão internacional.

O diagnóstico da indústria no início dos anos 2000 era de estagnação, o setor de automóveis observava números de vendas semelhantes aos dos anos 70, e as exportações estavam em queda. A indústria nacional vinha de um período de baixo investimento e baixa escala de produção, além de defasagem tecnológica e os altos custos ao longo de toda a cadeia diminuía a competitividade. Entre 1992 e 1993, a nova política industrial para o setor, lançada com o nome de Regime Automotivo, implementou medidas como redução da carga tributária, redução das margens de lucro entre a cadeia de produção e vendas e a ampliação do financiamento, além de substantivos investimentos fizeram como que o setor obtivesse recorde de produção e vendas em 1993. (BNDES, 2002)

No momento que os investimentos anunciados estavam sendo concluídos, com o advento da crise asiática no segundo semestre de 1997, o Brasil e as economias emergentes foram severamente afetadas, resultando no aumento das taxas de juros e na sua manutenção durante um longo período, que desestabilizou o desempenho do setor automotivo, altamente dependente de crédito e financiamento. (CASOTTI E GOLDENSTEIN, 2008)

Em 2003, o cenário externo já estava mais favorável, a inflação controlada e as taxas de juros começaram a ser reduzidas, a economia voltou a crescer e o mercado automotivo entrou em recuperação, com recordes de produção e exportação até 2008 (ANFAVEA, 2009)

O crescimento da renda média da população e os incentivos ao consumo no início dos anos 2000 impulsionaram o mercado automotivo, com 2008 sendo o melhor ano da indústria

automotiva até então, apesar da chegada da crise financeira global no segundo semestre. No entanto, entre 2007 e 2009 a produção de veículos caiu 50% (ANFAVEA, 2010).

2.4 Crise Financeira de 2008

Barros e Pedro (2011) desenvolveram uma pesquisa para o BNDES sobre as mudanças estruturais no setor automotivo no contexto da crise de 2008. Assim como ocorreu durante a pandemia, a produção e as vendas mundiais de veículos foram gravemente afetadas.

Governos ao redor do mundo adotaram diversas medidas para mitigar os impactos dessa crise. Nos Estados Unidos, o governo concedeu ajuda financeira às empresas da *Big Three* (Ford, GM e Chrysler) para evitar que a crise se espalhasse ainda mais, especialmente para o setor financeiro, já fragilizado. Na Alemanha, foram criados incentivos ao consumidor para a substituição de veículos antigos por modelos mais novos, e acordos trabalhistas foram firmados para minimizar o desemprego causado pelas demissões em massa.

Nos mercados emergentes, a Índia adotou cortes fiscais e reduções de taxas aduaneiras, além de oferecer empréstimos para empresas do setor e reduzir o preço dos combustíveis. Já na China, as medidas se concentraram em estimular a inovação industrial e o desenvolvimento de energias alternativas, refletindo a transformação no setor automotivo chinês ao longo dos anos. A pesquisa ressalta que a China já se projetava como um dos principais responsáveis pela produção global de veículos.

A recuperação econômica mundial ocorreu apenas em 2010, impulsionada em grande parte pelos mercados emergentes. O mercado brasileiro, em particular, recuperou-se rapidamente graças a medidas anticíclicas, como a redução do IPI e a ampliação de crédito para financiamento, que incentivaram o consumo.

2.5 2010 a 2020

No início da década de 2010, o mercado automotivo brasileiro viveu um período de expansão. O país se beneficiou de um cenário econômico favorável, com crescimento do PIB, aumento da renda da população e ampliação do crédito. Em 2012, o Brasil atingiu um recorde histórico de vendas de veículos, com mais de 3,8 milhões de unidades licenciadas (ANFAVEA, 2013). Esse crescimento foi impulsionado por políticas governamentais, como a redução do IPI (Imposto sobre Produtos Industrializados) para veículos, que estimulou a demanda.

A partir de 2014, o cenário econômico começou a se deteriorar, culminando em uma recessão que impactou profundamente o mercado automotivo. A crise foi marcada por uma combinação de fatores, como a queda nos preços das *commodities* no mercado internacional, a instabilidade política e o ajuste fiscal. Esses elementos levaram à contração do PIB, ao aumento do desemprego e à redução do poder de compra da população.

A análise dos dados da Tabela 1 permite identificar claramente os efeitos da recessão no setor automotivo. O licenciamento de veículos, por exemplo, apresentou uma queda acentuada a partir de 2014, atingindo seu ponto mais baixo em 2015, com uma redução de aproximadamente 32% em relação ao ano anterior. Essa retração reflete a diminuição do consumo das famílias e a restrição do crédito durante o período de crise.

Tabela 1 – Indicadores econômicos (2013-2016)

	2013	2014	2015	2016
Selic (a.a.)	10.00 %	11.75 %	14.25 %	13.75 %
IPCA (acumulado)	5.76	6.23	10.19	6.11
Dólar (R\$)	2.34	2.56	3.87	3.43
Licenciamento de Veículos	231.107	207.597	141.798	201.143
Desemprego	6.3 %	6.6 %	9.1 %	12.2 %
Confiança do Consumidor	138.16	108.70	57.95	72.63

Nota: Dados referentes ao mês de dezembro de cada ano.

Fonte: Banco Central (2025).

O aumento da taxa de desemprego também foi um fator determinante para a queda nas vendas de veículos. Entre 2013 e 2016, a taxa de desemprego mais que dobrou, atingindo 12,2% no último ano da recessão. Com menos pessoas empregadas e renda reduzida, a demanda por veículos novos diminuiu significativamente.

A confiança do consumidor, outro indicador crucial, apresentou uma queda acentuada durante a recessão. Em 2015, o índice atingiu seu menor valor, refletindo o pessimismo em relação à economia e ao mercado de trabalho. Essa desconfiança contribuiu para a redução do consumo de bens duráveis, como veículos.

Além disso, a alta da inflação em 2015 corroeu o poder de compra das famílias, dificultando ainda mais a aquisição de veículos. O aumento da taxa Selic, por sua vez, elevou o custo do crédito, desestimulando a compra de veículos financiados. A desvalorização do real frente ao dólar também impactou o setor, uma vez que aumentou os custos de produção para as montadoras, que dependem de peças importadas, e pressionou os preços dos veículos

Entre 2016 e 2020, o mercado automobilístico brasileiro passou por períodos de recuperação e crise, refletindo tanto fatores internos quanto externos. Em 2016, as exportações tiveram um crescimento expressivo de quase 25% em relação a 2015, ultrapassando 500 mil veículos. Esse movimento indicava uma leve recuperação após a forte crise do setor nos anos anteriores. Em 2017, o Brasil registrou um recorde histórico nas exportações de autoveículos, com cerca de 762 mil unidades enviadas ao exterior, representando um crescimento de 46,5% em relação ao ano anterior. Esse número superou o recorde de 2005, que era de 724,2 mil veículos. No mercado interno, foram vendidas 2,24 milhões de unidades, um aumento de 9,2% sobre 2016, consolidando a recuperação do setor (ANFAVEA, 2017; 2018).

No ano seguinte, a produção total de veículos alcançou quase 2,9 milhões de unidades, um crescimento de 6,7% em comparação com 2017. Contudo, a crise econômica na Argentina, principal destino das exportações brasileiras, afetou negativamente o desempenho do setor externo. O volume exportado caiu 17,9% em relação ao recorde de 2017, impedindo que a produção brasileira retornasse ao patamar de 3 milhões de unidades (ANFAVEA, 2019).

Em 2019, a produção atingiu 2,94 milhões de veículos, mantendo um ritmo de crescimento e ficando apenas 800 mil unidades abaixo do recorde de 2013. No entanto, sinais de alerta começaram a surgir com o fechamento de fábricas e mudanças estratégicas de algumas montadoras no país (ANFAVEA, 2020).

O ano de 2020 começou com perspectivas de continuidade na retomada do setor. As previsões indicavam um crescimento nas vendas de aproximadamente 10% ao ano, impulsionado pelo aquecimento do mercado doméstico. No entanto, a pandemia de COVID-19 impactou drasticamente a indústria automobilística a partir de março. Com a paralisação de fábricas e a redução na demanda, a produção caiu para 2,01 milhões de unidades, uma retração de 31,6%. As exportações também foram fortemente afetadas, atingindo apenas 324,3 mil veículos, a pior marca desde 2002. O mercado interno encerrou o ano com a venda de 2,05 milhões de unidades, uma queda de 26,2% em relação ao ano anterior (ANFAVEA, 2021).

Além da redução da demanda, a pandemia causou uma crise na cadeia de suprimentos, especialmente na disponibilidade de componentes automotivos, prejudicando ainda mais a produção. A ociosidade da indústria automobilística atingiu níveis alarmantes, com capacidade instalada para produzir quase 3 milhões de veículos sem utilização efetiva (ANFAVEA, 2021; 2022). Esse cenário evidenciou a fragilidade do setor diante de choques externos e reforçou a necessidade de adaptação e reestruturação da cadeia produtiva para os anos seguintes.

Estudos publicados no Anuário da Indústria Automobilística Brasileira de 2024 (ANFAVEA, 2024) colocam a capacidade produtiva brasileira de veículos como a sétima maior em escala global, participando em 20% na indústria de transformação brasileira e preenchendo 2,5% do PIB total, além de gerar mais de 1,2 milhões de empregos diretos e indiretos.

3 A Pandemia e a Reconfiguração das Cadeias Produtivas Globais

A pandemia da COVID-19 expôs vulnerabilidades nas cadeias globais de suprimentos, afetando setores produtivos e reconfigurando o comércio internacional. As medidas de restrições de circulação e paralisação das atividades nas fábricas interromperam a produção industrial em diversas partes do mundo, resultando em escassez de insumos e desorganização logística. Com a retomada da demanda global, o sistema produtivo enfrentou dificuldades para se ajustar, gerando descompassos entre oferta e demanda, além de aumentos expressivos nos custos de transporte e produção.

A teoria das Vantagens Comparativas, de David Ricardo (1817), sugere que os países se especializam na produção de bens nos quais têm o menor custo de oportunidade em relação a outros países. No contexto da produção de semicondutores, países com maior expertise tecnológica, infraestrutura avançada e capital humano qualificado, como Estados Unidos, Taiwan, Japão e Coreia do Sul, têm uma vantagem comparativa na fabricação desses componentes. Mesmo que outros países possam produzir semicondutores, a especialização desses países nos processos de fabricação mais eficientes permite uma produção mais competitiva, o que resulta em maior participação no mercado global.

O conceito de Capacidades Dinâmicas, introduzido por Teece, Pisano e Shuen (1997), descreve a habilidade das empresas de integrar, construir e reconfigurar competências internas e externas para responder a mudanças no ambiente. Essa perspectiva é particularmente relevante no contexto de desestabilização das cadeias de produção, que exigem respostas rápidas e estratégicas das empresas envolvidas.

No setor automotivo brasileiro, as capacidades dinâmicas foram testadas intensamente durante a crise. A escassez global de semicondutores expôs a dependência das montadoras nacionais de fornecedores estrangeiros. Heyden e Heyden (2021) destacam que empresas com maior liquidez estavam em melhor posição para gerenciar interrupções na produção durante os primeiros meses da pandemia de COVID-19. Essa liquidez permitiu uma maior flexibilidade na adaptação às mudanças, seja por meio da manutenção de operações essenciais ou pelo redirecionamento de recursos para novas demandas do mercado.

Entretanto, no setor automotivo, o cenário foi particularmente desafiador: Estoques elevados de veículos, que em outros contextos poderiam ser considerados ativos tangíveis valiosos, se

tornaram um fardo financeiro com a retração da demanda. Esses estoques imobilizaram capital, ampliaram custos de armazenamento e expuseram as empresas à deterioração de valor dos produtos, especialmente em modelos com ciclos de vida mais curtos. Além disso, a complexidade das cadeias de suprimentos automotivas, que dependem de múltiplos fornecedores globais, acentuou o impacto das interrupções.

A crise exacerbou a necessidade de um melhor gerenciamento de risco nas cadeias de suprimentos, enquanto empresas com liquidez suficiente conseguiram mitigar parte desses desafios ao renegociar contratos ou investir em estratégias de diversificação e resiliência na cadeia de suprimentos, outras empresas mais alavancadas enfrentaram dificuldades significativas.

3.1 Gerenciamento de Risco das Cadeias de Suprimentos

Thun e Hoenig (2011) definem o gerenciamento de risco na cadeia de suprimentos (*Supply Chain Risk Management – SCRM*) como uma abordagem caracterizada por uma orientação entre empresas, visando identificar e reduzir riscos não apenas em nível organizacional, mas em toda a cadeia de suprimentos.

Sodhi e Tang (2012) destacam três vulnerabilidades principais nas cadeias globais:

1. Cadeias maiores têm mais pontos de ruptura.
2. Em crises, a tomada de decisão é lenta devido ao grande número de participantes.
3. Soluções locais podem gerar problemas em outras partes da cadeia.

Para fortalecer a cadeia de suprimentos, Lee (2004) propõe três estratégias de mitigação:

1. Alinhamento: Harmonizar os objetivos entre os participantes.
2. Adaptabilidade: Ajustar-se às oscilações de oferta e demanda.
3. Agilidade: Responder rapidamente para mitigar impactos de curto prazo

No contexto brasileiro, políticas públicas como a redução do IPI ajudaram a mitigar os impactos econômicos, mas a recuperação sustentável do setor depende da habilidade das empresas de construir capacidades dinâmicas para enfrentar desafios futuros. Assim, o conceito de Teece et al. (1997) oferece uma lente valiosa para entender como o setor automotivo pode não apenas se

recuperar da pandemia, mas também se reposicionar em um cenário global cada vez mais competitivo. Além disso, para reduzir a dependência externa de semicondutores nas cadeias de produção, o Senado brasileiro aprovou o projeto de lei 2.042/2021 que prorroga até 2026 os incentivos do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico à Indústria e Semicondutores (Padis). A prorrogação dos incentivos foi realizada para fortalecer a produção nacional de semicondutores, contribuindo para uma maior autonomia da indústria automotiva brasileira.

Um exemplo claro de como a indústria automotiva pode se transformar após uma disrupção é o caso da Ford. Durante a queda significativa nas vendas causadas pela pandemia, a empresa adotou uma abordagem rápida e eficaz para se adaptar às mudanças no mercado. Sob a liderança do CEO Jim Farley, que assumiu em 2020, a montadora implementou uma estratégia de transformação digital, redirecionando seu foco para veículos elétricos e sistemas conectados. Esse movimento incluiu a eletrificação de modelos icônicos, como a picape F-150 em sua versão *Lightning* e o *Mustang*, reinventado como um SUV em sua versão *Mach-e*, ambos adaptados para atender à crescente demanda por veículos tecnologicamente avançados. Essa transição estratégica foi crucial para reposicionar a Ford como uma líder no futuro da mobilidade elétrica e conectada (ZAREMBA, 2024).

No contexto automotivo, a pandemia acelerou a obsolescência de processos produtivos tradicionais e fortaleceu tendências como a eletrificação de veículos e a adoção de tecnologias digitais. Esse processo de adaptação e transformação pode ser compreendido também à luz do conceito de destruição criativa, proposto por Joseph Schumpeter. A obra *Capitalismo, Socialismo e Democracia* (1942) destaca que crises e disrupções econômicas muitas vezes destroem modelos de negócios e tecnologias obsoletas, mas abrem caminho para inovações que impulsionam o progresso econômico.

A destruição criativa se refere à substituição de velhos processos e estruturas produtivas por novos, mais eficientes e adaptados às mudanças nas condições de mercado. Durante crises, como a pandemia, as empresas são forçadas a repensar suas operações, e tecnologias anteriormente negligenciadas ganham força, como a eletrificação de veículos e a digitalização da produção automotiva. Para Schumpeter, essa “destruição” sistematizada não é negativa, mas sim um motor de renovação e progresso econômico, pois ao destruir o velho, o capitalismo abre espaço para inovações disruptivas que transformam setores inteiros e geram novas oportunidades de crescimento.

No Brasil, ainda que as montadoras tenham enfrentado desafios significativos, essas mudanças podem criar oportunidades para reposicionar o setor em um cenário global mais competitivo. A combinação de capacidades dinâmicas e a destruição criativa impulsionada pela crise oferece um caminho para que o mercado automotivo nacional não apenas se recupere, mas se modernize, tornando-se mais resiliente e inovador no longo prazo.

3.2 A Crise dos Semicondutores e Seus Reflexos na Indústria Automotiva

A indústria automotiva, baseada em um modelo de produção *just-in-time* para minimizar estoques e reduzir custos, foi fortemente impactada pela crise dos semicondutores. Esses componentes eletrônicos, essenciais para a produção de veículos, são microchips que conduzem eletricidade de forma controlada, permitindo a fabricação de dispositivos eletrônicos modernos. No setor automotivo, sua importância cresceu exponencialmente com a digitalização dos veículos e a incorporação de tecnologias avançadas.

Com a escassez global desses chips, montadoras em diversas regiões precisaram interromper ou reduzir sua produção, resultando em uma oferta limitada de veículos novos no mercado. Esse desequilíbrio entre oferta e demanda gerou um efeito cascata: diante da dificuldade de adquirir carros zero-quilômetro, muitos consumidores passaram a buscar veículos seminovos e usados, impulsionando uma valorização significativa desse segmento.

A crescente adoção de Sistemas Avançados de Assistência ao Condutor (ADAS) impulsionou significativamente a demanda por semicondutores no setor automotivo. Essas tecnologias foram implementadas em modelos topo de linha de marcas *premium* no mercado internacional, principalmente nos anos 2000, e com o passar do tempo, foram se diluindo para modelos mais básicos.

Os ADAS são compostos por sistemas ativos e passivos. Os sistemas ativos, que tomam controle do veículo em caso de incapacidade do condutor, incluem o assistente de manutenção de faixa, que mantém o veículo centralizado na faixa; o controle de cruzeiro adaptativo, que mantém uma distância segura do veículo à frente; e assistentes de frenagem de emergência, que podem parar o carro completamente em situações de perigo. Os sistemas passivos, por outro lado, apenas alertam o condutor sobre as condições da rodovia. Exemplos comuns desses sistemas são os sensores que monitoram o ponto cego do veículo e a detecção de pedestres e animais (SEMICONDUCTOR ENGINEERING, 2024).

Choi *et al.* (2016) para a *McKinsey & Company* destacam o interesse dos produtores de semicondutores em adentrar no mercado de ADAS, prevendo um crescimento vigoroso nesse setor até 2020, devido ao aumento da demanda dos consumidores por mais segurança e conforto. Devido ao impacto positivo desses sistemas na redução de acidentes, a União Europeia aprovou o regulamento EU 2019-2144 no Jornal Oficial da União Europeia (2019) relativo aos requisitos de homologação de veículos, que considera mandatória a implantação de sistemas de assistência ao condutor para todos os veículos de passeio vendidos em território europeu.

4 Fontes de Dados e Seleção de Variáveis

Neste capítulo, serão apresentadas as fontes de dados utilizadas, as variáveis selecionadas para a análise e a metodologia empregada para entender a dinâmica do mercado automobilístico brasileiro no período de 2019 a 2023. A escolha das variáveis foi fundamentada na teoria econômica e na relevância desses fatores para o setor automotivo, considerando tanto aspectos macroeconômicos quanto setoriais.

A base de dados desta pesquisa inclui variáveis macroeconômicas, como o IPCA e a taxa de câmbio, além de indicadores relacionados à produção e ao comércio de veículos e seus componentes. Como essas variáveis possuem diferentes escalas — algumas expressas em percentuais e outras em valores absolutos — foi necessário padronizá-las para garantir uma comparação adequada. Para isso, utilizou-se a biblioteca Python *StandardScaler*, que aplica a normalização pelo método *Z-score*, transformando os valores para uma distribuição com média zero e desvio padrão um. Essa padronização é essencial para assegurar uma escala uniforme, especialmente quando alguns algoritmos, incluindo o utilizado nesta pesquisa, apresentam melhor desempenho quando as variáveis possuem magnitudes semelhantes.

Para a análise e visualização dos dados desta pesquisa, os gráficos apresentados neste trabalho foram desenvolvidos com o auxílio das bibliotecas *Matplotlib* e *Seaborn* do Python. A biblioteca *Matplotlib* foi utilizada para a criação de gráficos personalizados, permitindo o ajuste detalhado de elementos como eixos, legendas e cores. Já a biblioteca *Seaborn*, construída sobre o *Matplotlib*, foi empregada para a geração de visualizações estatísticas mais complexas, como gráficos de dispersão e mapas de calor das correlações entre as variáveis, que facilitaram a interpretação dos padrões e tendências presentes nos dados.

Além disso, para a manipulação e organização dos dados, foi utilizada a biblioteca *Pandas*, que oferece estruturas de dados eficientes e ferramentas para análise exploratória. A integração entre essas bibliotecas permitiu um fluxo de trabalho fluido, desde a importação e limpeza dos dados até a geração dos gráficos finais.

4.1 Tabela Fipe

A base de dados mais importante utilizada foi a Tabela FIPE, fornecida pela Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE) para essa pesquisa (vide autorização no Anexo I). A Tabela FIPE inclui dados sobre todos os veículos licenciados no Brasil, nacionais ou importados, em

suas diferentes versões de acabamento e motorização em um levantamento mensal dos preços médios praticados por concessionárias, revendas e anúncios de pessoas físicas.

No pré-processamento dos dados, foram filtrados os modelos de veículos fabricados a partir de 2010 e pertencentes às 15 marcas de veículos de passeio mais vendidas no Brasil: Citroen, Fiat, Ford, Chevrolet, Honda, Hyundai, Jeep, Kia Motors, Mitsubishi, Nissan, Peugeot, Renault, Toyota, Volkswagen e CAOA Chery/Chery. Essa filtragem buscou minimizar os efeitos de *outliers* dentre os modelos mais antigos, cuja precificação pode ser influenciada pelo estado de conservação e pela desejabilidade no mercado de colecionadores, além de excluir os modelos de marcas *Premium* e *Ultra Premium*, cujos preços e quantidades emplacadas não representam adequadamente a composição do mercado automobilístico brasileiro.

Os dados do mercado de veículos usados foram obtidos através da filtragem dos dados da Tabela FIPE para representar apenas os modelos produzidos de 2010 a 2019, a fim de reduzir as distorções da incorporação de modelos usados de anos posteriores a 2019.

4.2 Dados da Anfavea

Além da Tabela FIPE, foram utilizados dados sobre a produção e licenciamento de veículos no Brasil, extraídos do site da Anfavea (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores). Esses dados são essenciais para entender a dinâmica do mercado automobilístico no Brasil, fornecendo informações detalhadas sobre a quantidade de veículos produzidos e licenciados. A produção de veículos é um indicador importante da saúde da indústria automobilística e pode influenciar diretamente a disponibilidade de modelos no mercado e, conseqüentemente, seus preços.

4.3 Indicadores Macroeconômicos

Os indicadores macroeconômicos foram concatenados em uma base de dados extraídos diretamente pelo Sistema de Gerenciamento de Séries Temporais do Banco Central, que disponibiliza dados em séries temporais referentes a diversos componentes da economia. A extração desses dados foi feita pela biblioteca Python *sgs*, que permite coletar as informações de forma automatizada.

Para este trabalho, foram utilizados os seguintes indicadores:

- **Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA)** – Acumulado em 12 meses (Código 433);
- **Taxa Selic Meta** – Determinada pelo Copom (Código 432);
- **Taxa de câmbio real/dólar** – Valores de venda no fechamento do mercado em cada dia (Código 3698);
- **Índice de Custo do Crédito (ICC) para pessoas físicas** (Código 25353);
- **Renda Nacional Disponível Bruta das Famílias** – Em valores constantes, deflacionada pelo IPCA (Código 29025).

4.4 Dados de Semicondutores

Também foram extraídos do *site* COMEXStat, administrado pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, informações sobre a quantidade e o valor em dólares dos semicondutores importados no período da pesquisa. Os semicondutores são classificados na NCM (Nomenclatura Comum do Mercosul) sob os códigos 8541, 8542 e 9031 que englobam uma variedade de dispositivos eletrônicos essenciais para a indústria automobilística.

Para essa pesquisa, foram extraídas as informações de importação dos semicondutores mais importantes para a indústria automobilística. Os semicondutores da classificação 8542 são circuitos integrados fundamentais para os módulos eletrônicos dos veículos, sendo utilizados nas centrais eletrônicas, sensores e em sistemas de injeção eletrônica. Os dispositivos de classificação 8541 são sensores ópticos que estão presentes em sensores de frenagem automática, detecção de obstáculos e controle de iluminação. Já os componentes de NCM 9031 são responsáveis pela leitura de medidas e calibração, sendo utilizados primeiramente em sistemas de instrumento, como sensores de temperatura e velocidade.

A seguir, apresenta-se um quadro detalhando os códigos NCM específicos dos semicondutores:

Quadro 1 – Códigos NCM Semicondutores

Código NCM	Descrição
8542.31.10	Circuitos integrados eletrônicos, não montados.
8542.31.20	Circuitos integrados eletrônicos, montados, próprios para montagem em superfície (SMD - <i>Surface Mounted Device</i>).
8542.39.31	Circuitos integrados eletrônicos do tipo <i>chipset</i> .
8542.39.91	Outros circuitos integrados eletrônicos do tipo <i>chipset</i> .
9031.80.40	Outros instrumentos e aparelhos de medida ou controle, não especificados anteriormente.
9031.80.91	Outros instrumentos e aparelhos de medida ou controle, não especificados anteriormente.
8541.40.29	Outros dispositivos semicondutores.
8541.40.25	Fotodiodos, fototransistores e fototiristores.

Fonte: ComexStat

4.5 Baltic Dry Index

Os dados históricos do Baltic Dry Index (BDI) foram extraídos da série histórica disponível no site Investing.com. Esse índice é um dos principais indicadores globais do custo do transporte marítimo de cargas secas a granel, como minério de ferro, carvão e grãos. O BDI reflete a demanda e oferta no mercado de fretes marítimos, sendo amplamente utilizado como um termômetro da atividade econômica mundial.

No contexto do mercado automobilístico, o Baltic Dry Index tem relevância por influenciar os custos logísticos da cadeia de suprimentos, incluindo o transporte de matérias-primas essenciais para a produção de veículos, como aço e alumínio. Além disso, variações no BDI podem indicar tendências nos custos de importação e exportação de veículos e componentes, impactando diretamente a precificação final dos automóveis no mercado global.

Neste capítulo, foram apresentadas as principais bases de dados utilizadas na pesquisa, destacando a importância de cada uma para a compreensão da dinâmica do mercado

automobilístico brasileiro no período de 2019 a 2023. A Tabela FIPE foi a principal fonte de informações sobre os preços médios de veículos, enquanto os dados da Anfavea permitiram uma análise detalhada da produção e licenciamento de veículos no Brasil. Além disso, indicadores macroeconômicos, como o IPCA, a taxa Selic e a taxa de câmbio, foram fundamentais para contextualizar o cenário econômico no qual o setor automotivo está inserido.

A inclusão de dados sobre a importação de semicondutores, obtidos através do COMEXStat, e do Baltic Dry Index (BDI), extraído do Investing.com, trouxe uma perspectiva adicional sobre os desafios logísticos e de suprimentos enfrentados pela indústria automobilística, especialmente em um período marcado por crises globais na cadeia de suprimentos. A padronização das variáveis por meio da biblioteca Python *StandardScaler* garantiu que todas as informações estivessem em uma escala comparável, permitindo a aplicação de técnicas analíticas mais robustas.

Com base nas fontes de dados apresentadas e na metodologia de pré-processamento e normalização adotada, o próximo capítulo abordará a análise dos resultados obtidos. Serão discutidas as relações entre as variáveis macroeconômicas, os indicadores setoriais e os preços dos veículos, buscando identificar padrões e tendências que possam explicar o comportamento do mercado automobilístico brasileiro no período em estudo. A análise permitirá uma compreensão mais profunda dos fatores que influenciam a dinâmica de preços e a oferta de veículos, contribuindo para a formulação de estratégias mais eficazes no setor.

5 Metodologia e Análise de Regressão

Para compreender o comportamento do preço médio de veículos durante o período pandêmico (2020-2022), foram realizadas duas regressões lineares múltiplas: uma para o mercado de veículos novos e outra para o mercado de veículos usados. Essa separação foi necessária devido às dinâmicas distintas que afetaram cada segmento durante esse período. O mercado de veículos novos foi impactado principalmente pela escassez de componentes, como semicondutores, e por variáveis macroeconômicas, como a taxa de câmbio e o custo do crédito. Já o mercado de veículos usados experimentou um aumento na demanda devido à escassez de veículos novos, o que elevou os preços dos carros de segunda mão.

A metodologia adotada buscou capturar essas especificidades, utilizando técnicas estatísticas para garantir a robustez dos resultados. Para o mercado de veículos novos, foi necessário aplicar a Análise dos Componentes Principais (PCA) devido à presença de multicolinearidade entre as variáveis explicativas. Já para o mercado de veículos usados, a regressão linear múltipla foi aplicada diretamente, uma vez que não foram detectados problemas de multicolinearidade.

Para a execução das regressões lineares múltiplas e a aplicação da Análise dos Componentes Principais (PCA), foi utilizada a biblioteca *Statsmodels* do Python. O *Statsmodels* é uma biblioteca amplamente reconhecida na comunidade de ciência de dados e econometria por sua capacidade de realizar análises estatísticas robustas, incluindo regressões lineares, testes de hipóteses e diagnóstico de modelos.

5.1 Teste de Chow e Rupturas Estruturais

Além das regressões econométricas, foi aplicado o Teste de Chow para identificar a presença de rupturas estruturais nas séries de produção, licenciamento e de preço médio dos veículos. O teste de Chow é uma técnica estatística usada para verificar se há uma diferença estrutural significativa entre dois ou mais grupos em um modelo de regressão, permitindo avaliar se a relação entre as variáveis muda antes e depois de um ponto de quebra.

Para esse estudo, foi considerado março de 2020 como o ponto de quebra estrutural, pois esse período coincide com o início dos impactos mais severos da pandemia de COVID-19 no Brasil, que resultaram no fechamento de fábricas, restrições na circulação de pessoas e incertezas

econômicas generalizadas. Além disso, a escolha dessa data foi embasada em evidências empíricas extraídas da própria base de dados e dos gráficos exploratórios. Ao analisar a evolução das variáveis ao longo do tempo, percebeu-se uma alteração expressiva nos padrões não só das variáveis independentes, como também nas variáveis dependentes. Portanto, esse comportamento reforçou a decisão de utilizar março de 2020 como ponto de análise, garantindo que a identificação da quebra estrutural fosse respaldada tanto por fundamentos econômicos quanto por observações estatísticas.

Os resultados do teste indicaram rupturas altamente significativas em todas as variáveis analisadas (p -valor $< 0,01$), conforme demonstrado na Tabela 2.

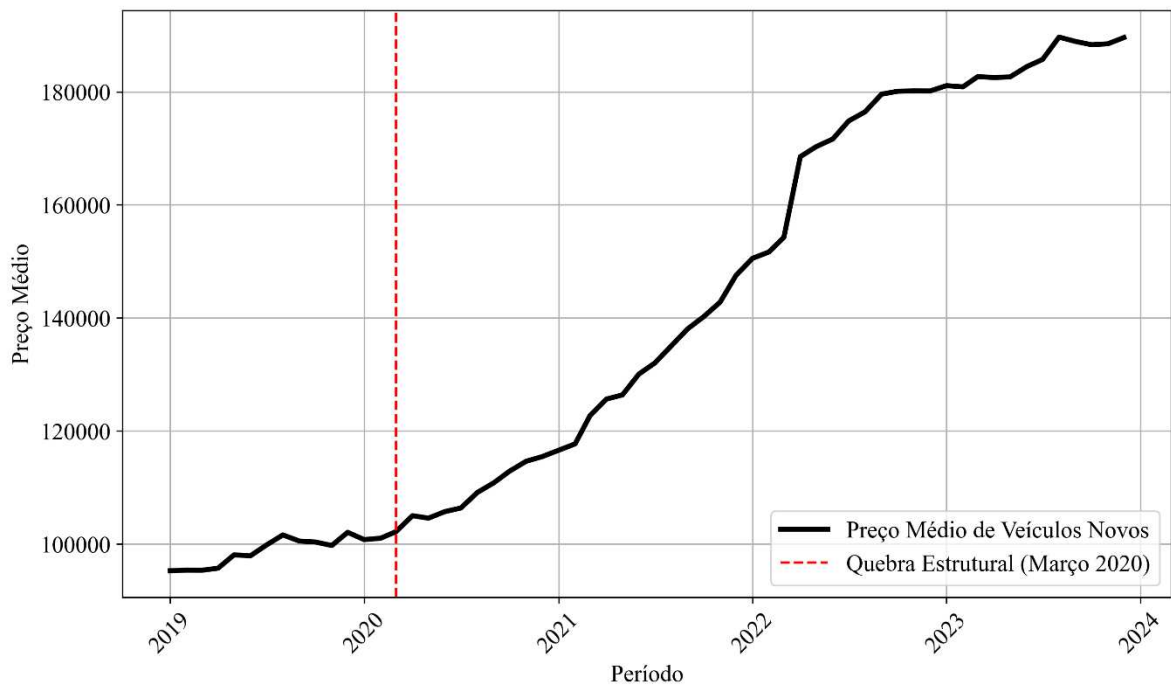
Tabela 2 – Resultados do Teste de Chow

Variável	Estatística F	P-Valor
Produção	11.54	0.0001
Licenciamento	11.94	0.0000
Preço Usados	12.21	0.0000
Preço Novos	29.94	0.0000

Fonte: Elaboração própria

Os altos valores da estatística F e os p -valores próximos de zero confirmam que março de 2020 representou um marco de ruptura estrutural significativo para as variáveis analisadas. Os valores da estatística F revelaram padrões distintos nas variáveis: enquanto produção e licenciamento mostraram mudanças abruptas associadas ao período inicial da pandemia, os preços – especialmente de veículos novos – destacaram-se pela magnitude da ruptura ($F = 29,94$). Essa diferença sugere que os efeitos da pandemia foram heterogêneos: mais transitórios em atividades operacionais (produção e licenciamento) e persistentes em variáveis ligadas à oferta e demanda (preços).

Gráfico 1 – Evolução do Preço de Veículos Novos



Fonte: Elaboração Própria

Esses achados reforçam a hipótese de que a escassez de oferta no mercado de veículos novos, provocada pela pandemia e agravada pela crise dos semicondutores, desempenhou um papel crucial na elevação dos preços no setor. A análise de quebra estrutural combinada com os resultados obtidos nas regressões, fornece uma evidência estatística adicional de que a pandemia causou um choque significativo e duradouro no mercado automobilístico brasileiro.

5.2 Modelo I – Preço dos Veículos Novos

Devido a presença de multicolinearidade observada entre as variáveis explicativas do modelo I detectados pelo teste VIF (*Variance Inflation Factor*), foi necessário aplicar o método de Análise dos Componentes Principais (PCA). A biblioteca *Statsmodels* não possui uma implementação direta para PCA, mas essa técnica foi aplicada utilizando a biblioteca *Scikit-learn*, que é complementar ao *Statsmodels* e amplamente utilizada para aprendizado de máquina e redução de dimensionalidade.

Os valores acima de 10 indicam forte presença de colinearidade entre as variáveis:

Tabela 3 – VIF das Variáveis Explicativas

Variável	VIF (<i>Variance Inflation Factor</i>)
cambio	136.83
ipca	14.51
selic	7.36
valor_semicondutores	7.22
qtd_semicondutores	12.56
dry_baltic	10.84
custo_credito	177.89
renda_media	397.82

Fonte: Elaboração própria

O método PCA (Análise de Componentes Principais) é uma técnica de redução de dimensionalidade usada para lidar com dados correlacionados e multicolineares. Ele transforma as variáveis originais em um conjunto de variáveis novas, chamadas de componentes principais (PCs), que são combinações lineares das variáveis originais. Esses componentes são ordenados de forma que o primeiro componente (PC1) capture a maior parte da variabilidade presente nos dados, o segundo (PC2) capture a maior parte da variabilidade restante, e assim por diante.

A multicolinearidade ocorre quando duas ou mais variáveis independentes estão altamente correlacionadas, o que pode distorcer os coeficientes estimados e afetar a precisão do modelo. O objetivo principal do método PCA é extrair as informações mais relevantes dos dados, reduzindo a dimensionalidade e mantendo a variância explicada. Nesse contexto, o modelo concatenou as variáveis correlacionadas em novos componentes principais (PCs), que representassem as combinações mais significativas das variáveis originais, com o mínimo de redundância possível e VIF igual a 1. O PCA ajuda a manter a maior parte da variação presente nas variáveis originais, mas de uma maneira que elimina a multicolinearidade.

As variáveis explicativas do modelo PCA foram:

- Taxa de Câmbio R\$/USD;
- Taxa Selic Meta;
- IPCA acumulado 12 meses;
- Índice Baltic Dry;

- Valor Médio dos Semicondutores;
- Importação de Semicondutores;
- Renda Média da População;
- Custo do Crédito para Pessoa Física.

O modelo PCA resultou em 8 componentes principais, sendo os 3 primeiros mais relevantes para explicar o aumento no preço médio de veículos novos.

Tabela 4 – Coeficientes de Cada Componente Principal (PC)

Variável	PC1	PC2	PC3
Taxa de Câmbio R\$/USD	1.234	-0.342	0.567
Taxa Selic Meta	0.456	1.234	-0.123
IPCA acumulado 12 meses	0.678	0.567	0.234
Índice Baltic Dry	-0.234	0.123	0.345
Valor Médio dos Semicondutores	1.234	0.456	0.123
Importação de Semicondutores	0.567	0.234	-0.789
Renda Média da População	0.789	0.456	0.123
Custo do Crédito para Pessoa Física	1.234	0.345	0.567

Fonte: Elaboração própria

5.2.1 Componente Principal 1 (PC1): Fatores Financeiros e Externos

Esse componente reflete principalmente fatores financeiros e econômicos externos que influenciam os preços dos veículos novos. Ele é fortemente influenciado por variáveis como a taxa de câmbio e o custo de crédito, que impactam diretamente a indústria automotiva. Além disso, o valor dos semicondutores tem um papel relevante neste componente, indicando que o aumento global do preço desses componentes também eleva o custo dos veículos novos. A renda média da população, ajustada pela inflação (IPCA), também contribui significativamente para o PC1, sugerindo que o poder de compra da população, influenciado pela renda, é outro fator que afeta os preços dos veículos.

5.2.2 Componente Principal 2 (PC2): Fatores Econômicos Internos

Este componente está mais relacionado aos fatores econômicos internos do Brasil, como a taxa de juros (Selic) e a inflação (IPCA). O impacto da inflação reflete não só o aumento dos preços,

mas também a diminuição do poder de compra, o que pode reduzir a demanda por bens duráveis, como os veículos. O número de semicondutores também é importante aqui, pois indica que, em períodos de escassez ou aumento nos preços desses componentes, a demanda por semicondutores eleva os preços dos veículos novos. Esse componente captura, portanto, um efeito de demanda e como a inflação e os juros influenciam os preços dos carros.

5.2.3 Componente Principal 3 (PC3): Interação entre Fatores Internos e Externos

Este componente mede a interação entre fatores internos e externos. Ele tem um coeficiente negativo para a quantidade de importação de semicondutores, sugerindo que a escassez de semicondutores e as flutuações cambiais (como a desvalorização do real) afetam o preço dos veículos novos. Mesmo com um coeficiente moderado, a presença de semicondutores no PC3 indica que a oferta desses componentes ainda tem um impacto, mas de forma indireta. O PC3 captura como a combinação de fatores internos (como a política econômica e câmbio) e externos (como a escassez global de semicondutores) pode resultar em aumento nos preços dos veículos novos.

A utilização do PCA para reduzir a dimensionalidade das variáveis explicativas e a regressão subsequente forneceram uma visão detalhada de como variáveis macroeconômicas, como câmbio, taxa de juros, custo de crédito e inflação, e também variáveis de mercado como os custos de transporte e de produção afetam o preço dos veículos novos. Os resultados indicam que, ao controlar a multicolinearidade entre as variáveis, a análise se torna mais robusta, permitindo identificar quais fatores têm maior impacto nos preços dos carros no período analisado.

Na Tabela 5 são apresentados os coeficientes da regressão após a aplicação da Análise dos Componentes Principais (PCA). Esses coeficientes indicam a relação entre os componentes principais (PCs) e o preço médio dos veículos novos.

Tabela 5 – Coeficientes da Regressão I

Componente	Coeficiente
PC1	1.859,85
PC2	20.698,96
PC3	11.445,54
R ² da regressão: 0.9327528997896622	

Fonte: Elaboração própria

PC1: O coeficiente de 1.859,85 sugere que este componente tem um impacto significativo no preço dos veículos novos. Como o PC1 é fortemente influenciado por variáveis financeiras, como o câmbio e o custo de crédito, este coeficiente reflete a importância desses fatores na variação do preço dos veículos. A elevada contribuição de variáveis como o valor dos semicondutores neste componente também indica que os aumentos no custo desses componentes no mercado global têm um impacto direto no preço dos automóveis novos. Ou seja, o PC1 captura, em grande parte, o impacto dos fatores econômicos e financeiros, com um impacto substancial sobre o preço dos veículos.

PC2: O coeficiente do PC2, de 20.698,96, é o maior entre os três componentes principais, indicando que o PC2 tem uma influência forte no preço dos veículos. Este componente é mais influenciado por variáveis internas, como a taxa de juros (Selic) e o IPCA (índice de inflação), refletindo os fatores econômicos internos que afetam a indústria automotiva. Além disso, a quantidade de semicondutores também contribui significativamente para o PC2, o que sugere que este componente está relacionado tanto ao cenário macroeconômico (inflacionário e de juros) quanto ao impacto da oferta de semicondutores, particularmente em contextos de aumento da demanda por esses componentes. Esse coeficiente expressa como esses fatores internos se traduzem diretamente no aumento dos preços dos veículos.

PC3: O coeficiente de PC3 é 11.445,54, o que indica que este componente também exerce uma contribuição relevante no preço dos veículos. O PC3 está relacionado à interação entre fatores internos (como câmbio e política econômica) e externos (como a escassez de semicondutores). O coeficiente moderado para a quantidade de semicondutores no PC3 sugere que ele está

capturando a interação entre a disponibilidade de semicondutores e os fatores econômicos internos, como o câmbio. A relação negativa com a quantidade de semicondutores indica que a escassez desses componentes em um contexto de desvalorização do real pode contribuir para um aumento nos preços dos veículos novos. O PC3, portanto, captura como esses fatores globais e internos interagem e afetam os preços.

O alto valor de R^2 da regressão, 0.9327, indica que o modelo ajustado com os componentes principais explica aproximadamente 93,28% da variação no preço dos veículos novos, o que sugere que o modelo é muito eficaz em prever os preços dos veículos com base nas variáveis explicativas.

5.3 Modelo II – Preços dos Veículos Usados

No caso do Modelo II – Preços dos Veículos Usados, a regressão foi executada utilizando a função de Mínimos Quadrados Ordinários do *Statsmodels*. Essa função permite estimar os coeficientes do modelo de regressão, avaliar a significância estatística das variáveis explicativas através dos p-valores e calcular métricas de ajuste, como o R^2 e o R^2 ajustado. O modelo de estimação do preço de veículos usados não retornou VIF elevado, e, portanto, não houve indícios de forte multicolinearidade, podendo ser realizada uma regressão linear múltipla normalmente.

A especificação geral do modelo II pode ser representada da seguinte forma:

$$preço_usados = \beta_0 + \beta_1 \cdot ipca + \beta_2 \cdot selic_t + \beta_3 \cdot dry_baltic_t + \beta_4 \cdot preco_novos_t + \beta_5 \cdot qtd_semicondutores_t + \varepsilon_t$$

Onde:

- *preco_usados*: representa o preço médio dos veículos usados no período t.
- *ipca*: Inflação medida pelo IPCA;
- *selic*: Taxa básica de juros;
- *dry_baltic*: Índice de custo de frete marítimo;
- *preco_novos*: refere-se ao preço médio de veículos novos;
- *qtd_semicondutores*: Quantidade de semicondutores importados;
- ε : é o termo de erro aleatório.

Tabela 6 – Resultado da Regressão Linear Múltipla

Variável	Coefficiente	Significância (p-valor)
IPCA	1724.89	< 0.001
Selic	3802.52	< 0.001
Baltic Dry Index	503.17	0.001
Preço Médio de Veículos Novos	1156.33	< 0.001
Quantidade de Semicondutores Importados	-314.77	0.002
R ² ajustado da regressão: 0.992		

Fonte: Elaboração própria

A regressão apresenta um R² ajustado elevado, indicando que o modelo explica quase 99% da variação do preço dos veículos usados entre 2019 e 2022, um excelente ajuste.

IPCA (ipca): O coeficiente de 1.724,90 para o IPCA indica uma correlação positiva entre a inflação e o preço dos veículos usados. Ou seja, quando o índice de preços ao consumidor aumenta, o preço dos veículos usados também tende a aumentar, com uma forte significância estatística (p-valor < 0.000).

Taxa Selic (selic): A taxa de juros tem um coeficiente de 3.802,53, também altamente significativo (p-valor < 0.000). Isso implica que, conforme a taxa de juros aumenta, os preços dos veículos usados também aumentam. Esse efeito pode ser explicado pela maior dificuldade de financiamento em um cenário de taxas de juros mais altas, o que pode elevar os preços devido à menor demanda por veículos.

Preço dos veículos novos (preco_novos): O preço dos veículos novos tem um coeficiente de 1.156,34, também com alta significância (p-valor < 0.000). Isso indica que, à medida que o

preço dos veículos novos aumenta, o preço dos veículos usados também tende a aumentar. Esse fenômeno pode ser explicado pela maior demanda por veículos usados em períodos de escassez e de alta nos preços dos veículos novos.

Índice de frete Baltic Dry(dry_baltic): O coeficiente de 503,18 sugere que o aumento nos custos de transporte, refletido no índice de frete, está relacionado ao aumento dos preços dos veículos usados. Apesar desse efeito ser estatisticamente significativo (p-valor = 0.001), o impacto do índice de frete foi maior no modelo I, indicando que as dificuldades logísticas, como o aumento nos custos de transporte, contribuem mais para a formação de preços dos veículos novos.

Quantidade de semicondutores (qtd_semicondutores): A variável tem um coeficiente negativo de -314.77, com um p-valor de 0.002, sugerindo que, à medida que existe uma escassez de semicondutores, o preço dos veículos usados também aumenta. Esse resultado pode ser referência ao efeito indireto da escassez dos semicondutores no mercado de usados, através do aumento dos preços dos veículos novos.

5.4 Conclusão da Metodologia

Neste capítulo, foram detalhadas as metodologias e ferramentas utilizadas para analisar o comportamento dos preços dos veículos novos e usados no mercado automobilístico brasileiro durante o período pandêmico (2020-2022). A aplicação de técnicas estatísticas avançadas, como a Análise dos Componentes Principais (PCA) e a regressão linear múltipla, permitiu capturar as dinâmicas específicas de cada segmento. Para o mercado de veículos novos, o PCA foi essencial para lidar com a multicolinearidade entre as variáveis explicativas, enquanto a regressão linear múltipla foi diretamente aplicada ao mercado de veículos usados, onde não foram detectados problemas de multicolinearidade. A utilização da biblioteca *Statsmodels* do Python garantiu a precisão e a robustez dos resultados, fornecendo uma base sólida para a interpretação dos dados.

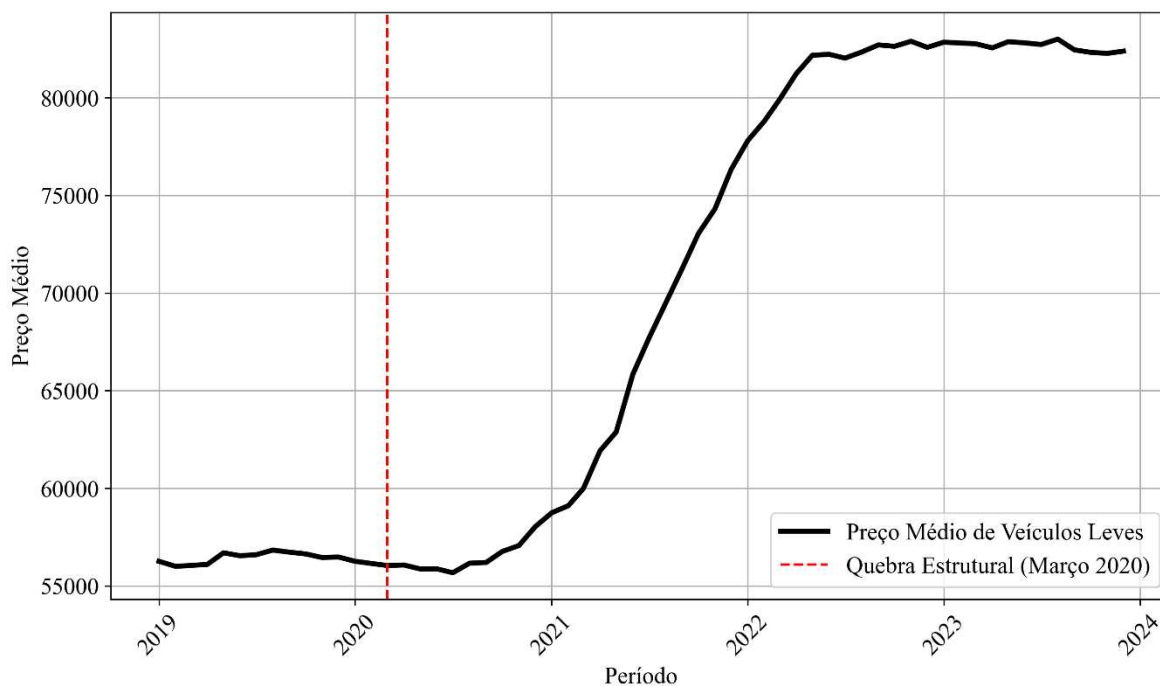
No próximo capítulo, serão explorados em detalhes os resultados obtidos, com foco nas implicações desses achados para o mercado automobilístico brasileiro. Serão discutidas as tendências observadas e as relações entre as variáveis. A análise aprofundada dos resultados contribuirá para uma compreensão mais clara dos desafios e oportunidades enfrentados pelo setor automotivo no período pós-pandêmico

6 Análise dos Resultados

Neste capítulo, serão apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir das análises estatísticas realizadas no Capítulo 5, com foco no comportamento dos preços dos veículos novos e usados no mercado automobilístico brasileiro durante o período pandêmico (2020-2022). A análise foi dividida em dois modelos: um para veículos novos e outro para veículos usados, considerando as dinâmicas específicas de cada segmento. Os resultados permitem compreender como variáveis macroeconômicas, setoriais e logísticas influenciaram a formação dos preços, destacando os impactos da crise dos semicondutores, da política monetária e cambial, e da produção e licenciamento de veículos.

O gráfico 2 ilustra a evolução dos preços médios dos veículos no Brasil entre 2019 e 2023, evidenciando um aumento significativo ao longo do período. O preço médio dos veículos leves comercializados no Brasil passou de 56 mil reais no início de 2019 para 82 mil reais no final de 2023, representando um aumento de aproximadamente 46% no período analisado.

Gráfico 2 – Preço médio de veículos leves (2019-2023)



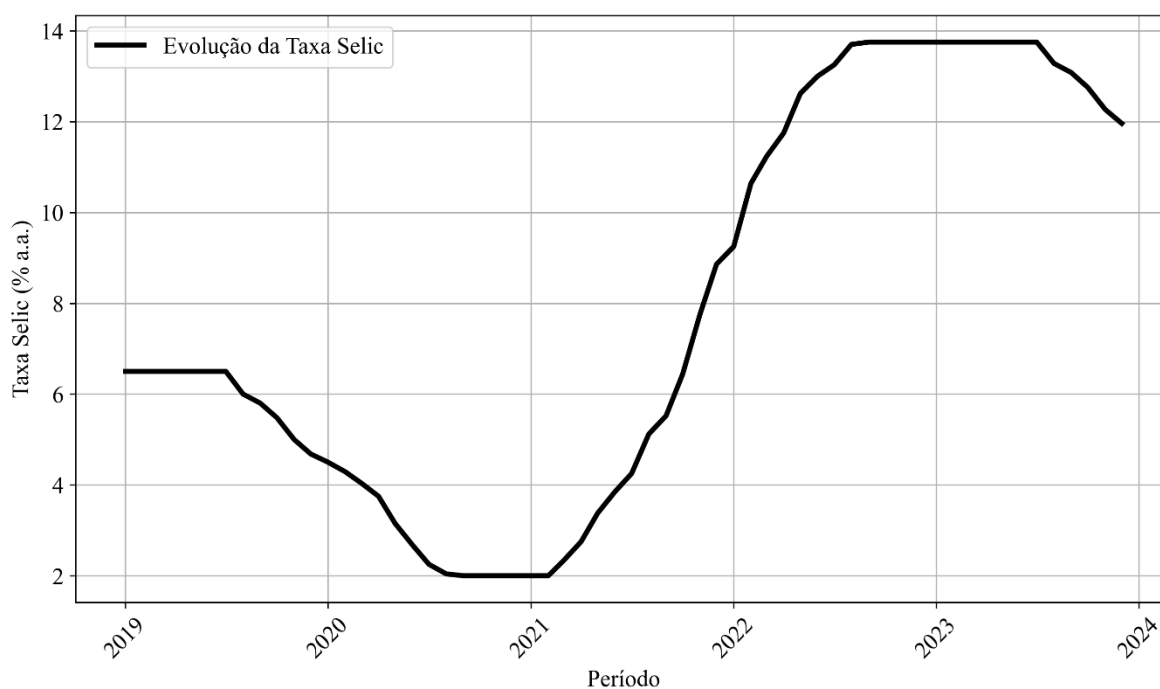
Fonte: Elaboração própria, com base em dados da FIPE

A análise estatística revelou a influência significativa de variáveis macroeconômicas e setoriais sobre o comportamento dos preços, destacando o impacto da taxa de câmbio, Selic, IPCA, o custo do frete marítimo e a escassez de semicondutores.

6.1 Influência da Política Monetária e Cambial

A política monetária, especialmente a taxa Selic, tem um impacto significativo no mercado automobilístico brasileiro, afetando tanto a demanda quanto a oferta de veículos. Em um primeiro momento, a elevação da Selic afeta diretamente a demanda, pois o aumento das taxas de juros torna os financiamentos mais caros. Isso reduz o poder de compra dos consumidores, que se tornam mais cautelosos ao adquirir veículos. Esse efeito é capturado no componente PC2, que relaciona a Selic à inflação e ao custo de vida, refletindo como a política monetária mais restritiva diminui o consumo de bens duráveis, como os carros.

Gráfico 3 – Evolução da Taxa Selic



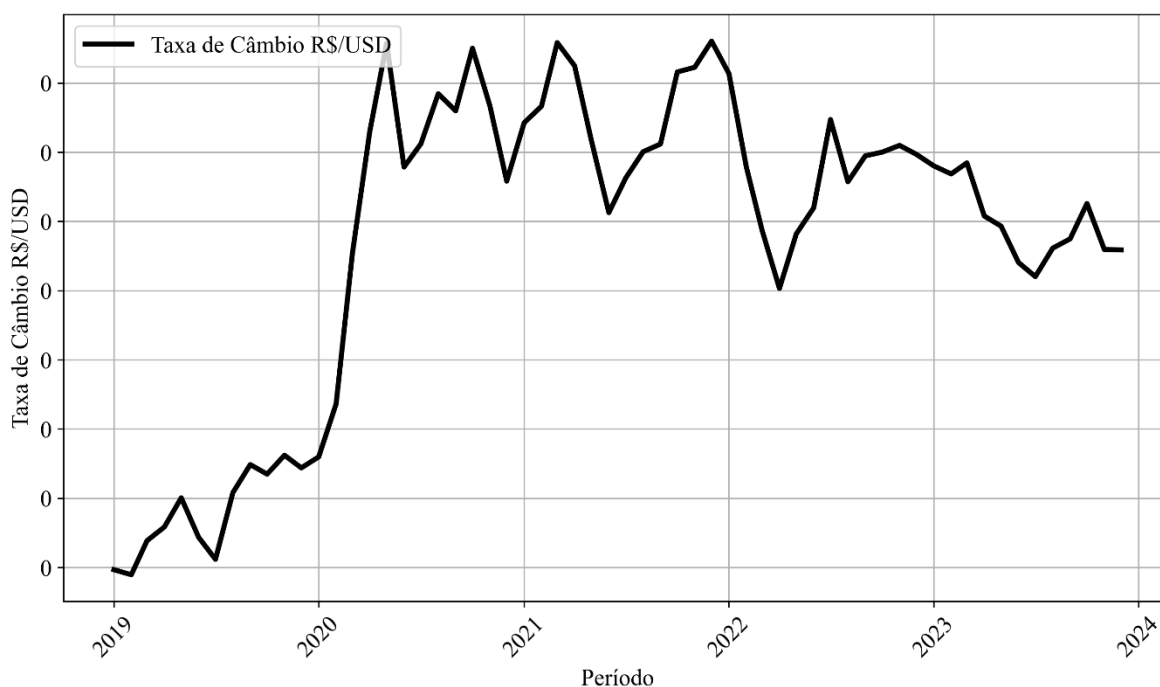
Fonte: Elaboração própria, com base em dados do Banco Central

Contudo, o impacto da Selic não se limita à demanda. Inicialmente, o efeito é mais sentido pelos consumidores, que enfrentam financiamentos mais caros, o que reduz a demanda por veículos novos. No entanto, o impacto sobre as montadoras está mais relacionado ao custo de financiamento do setor. As montadoras não ajustam imediatamente os preços de seus modelos,

mas, com o tempo, à medida que observam os efeitos das taxas de juros mais altas sobre a demanda e os custos de produção, elas reavaliam seus preços para manter a rentabilidade.

O câmbio tem um impacto direto no preço dos veículos novos, especialmente devido ao aumento nos preços dos veículos importados e dos componentes, como os semicondutores. Quando o real se desvaloriza, os custos de importação aumentam, o que eleva o preço dos veículos importados e dos componentes que não são produzidos localmente. Isso é refletido no componente PC1 do Modelo I, que associa a variação do câmbio à alta no preço dos veículos novos.

Gráfico 4 – Taxa de Câmbio R\$/USD



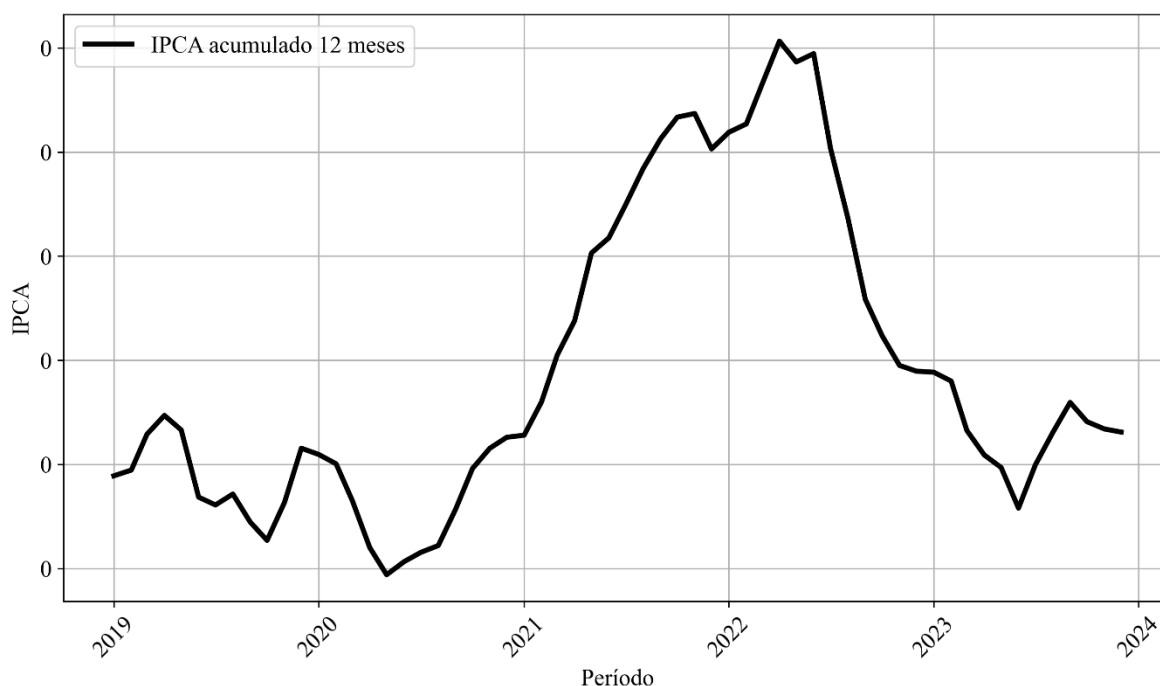
Fonte: Elaboração própria, com base em dados do Banco Central

O impacto do câmbio no mercado de usados pode ser observado através do aumento dos preços de veículos novos, devido ao transbordamento da demanda de veículos novos para o mercado de usados, devido à escassez de veículos e a elevação dos preços do mercado de veículos novos.

O IPCA, como indicador da inflação, também exerce uma forte influência no preço dos veículos novos. Quando a inflação aumenta, o custo de produção dos automóveis tende a subir, o que, por sua vez, é repassado para os consumidores. No modelo de regressão, o IPCA aparece como uma variável significativa, com um coeficiente elevado, indicando que a variação do índice de

preços ao consumidor está diretamente relacionada ao aumento dos preços dos carros. O aumento da inflação pode gerar um ciclo de preços mais altos, não apenas pelos custos de insumos, mas também pela redução do poder de compra da população, o que leva as montadoras a ajustar seus preços para equilibrar a demanda e manter a rentabilidade. Esse efeito é capturado no componente PC2, que reflete a relação entre a inflação e a variação no preço dos veículos novos.

Gráfico 5 – IPCA Acumulado 12 meses



Fonte: Elaboração própria, com base em dados do Banco Central

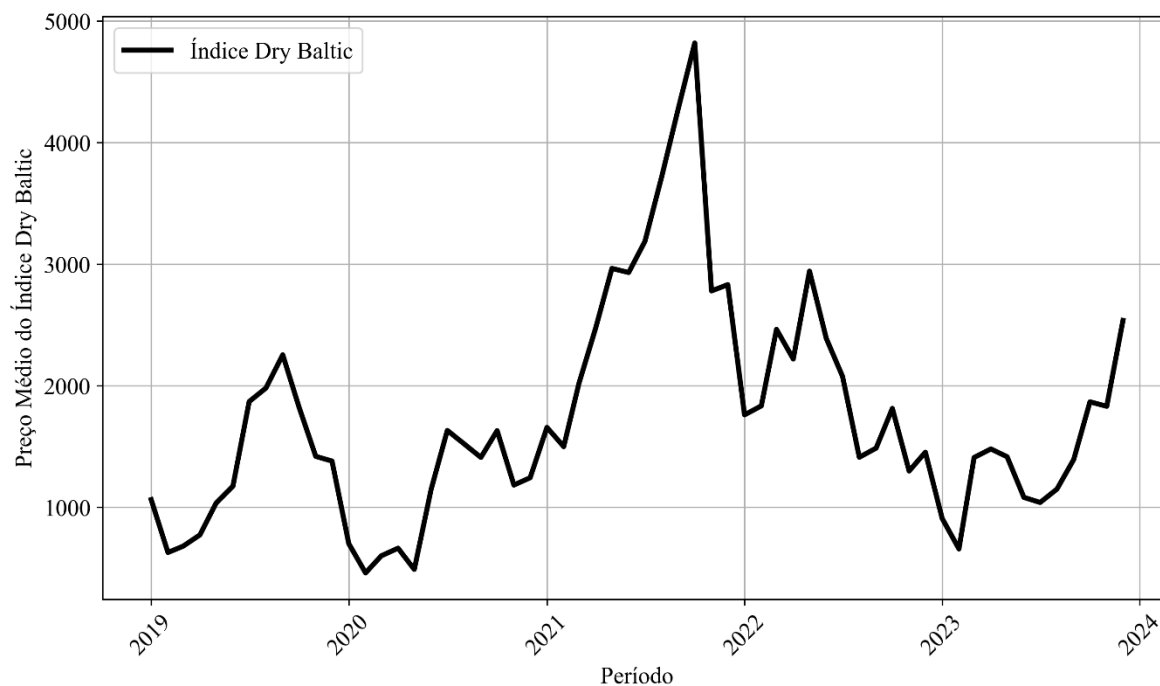
Podemos observar no gráfico 5 o aumento constante do nível de preços a partir do 1T de 2020, que se perdurou até o início de 2022, onde o índice começa a trajetória de queda.

6.2 Custos de Frete Marítimo

O choque causado pela pandemia de COVID-19 teve implicações profundas no mercado automobilístico, e os custos do frete marítimo foram um dos fatores que amplificaram esses impactos. Com a pandemia, o índice Baltic Dry, que mede os custos do frete marítimo de cargas secas, sofreu uma queda abrupta no início de 2020, refletindo a paralisação do comércio global. No entanto, a partir do segundo semestre de 2020, o índice começou a subir rapidamente, atingindo picos históricos em 2021, acima de 4.800 pontos. Esse aumento foi impulsionado

pela retomada desigual da economia global, pela alta demanda por commodities e pelos gargalos logísticos, como a escassez de contêineres e os congestionamentos em portos.

Gráfico 6 – Valor do Frete Internacional



Fonte: Elaboração própria, com base em dados do portal investing.com

No Modelo I – Preço dos Veículos Novos, o índice Baltic Dry apresentou um coeficiente positivo de 503,17, com um p-valor de 0,001, indicando que o aumento nos custos do frete marítimo está diretamente relacionado ao aumento dos preços dos veículos novos. Esse resultado reflete como os custos logísticos globais, especialmente em períodos de alta do frete, impactam a cadeia de suprimentos e, conseqüentemente, os preços finais dos veículos. Além disso, a análise dos Componentes Principais (PCA) mostrou que o índice Baltic Dry está associado ao Componente Principal 1 (PC1), que captura fatores financeiros e econômicos externos. O coeficiente para o Baltic Dry no PC1 sugere que, em contextos de alta do frete marítimo, os custos logísticos exercem uma pressão adicional sobre os preços dos veículos, reforçando a importância desse indicador para entender as flutuações no mercado automobilístico.

No Modelo II – Preço dos Veículos Usados, o índice apresentou um coeficiente positivo, embora menor (503,18), sugerindo que os custos do frete marítimo têm um impacto indireto

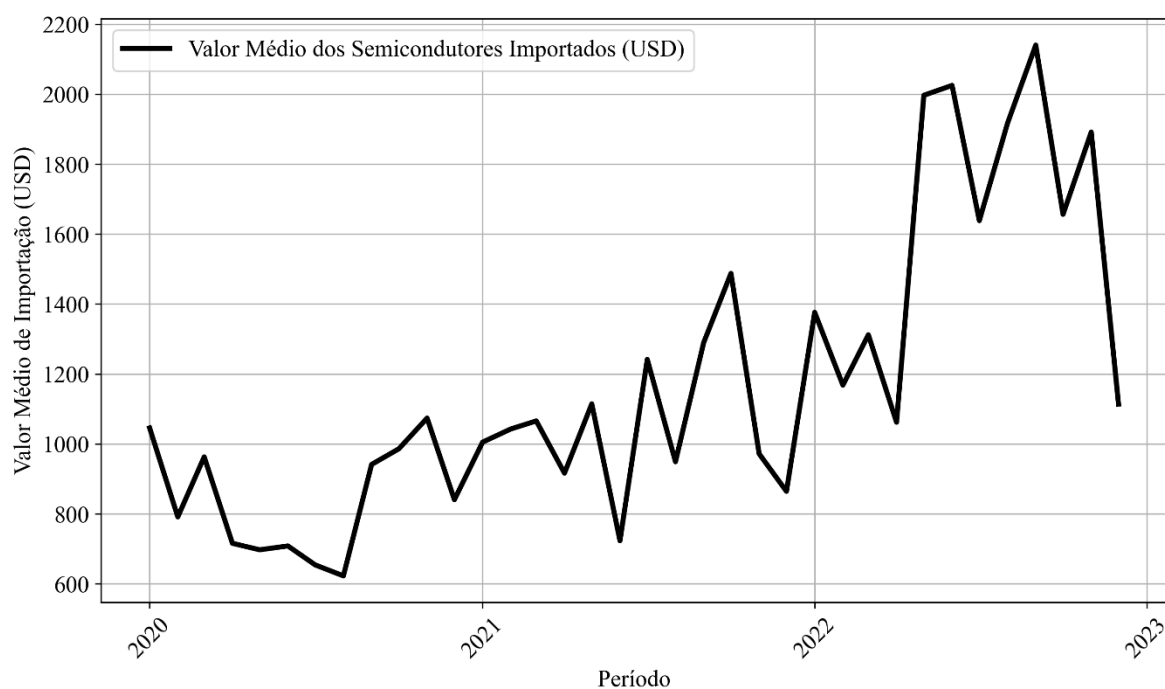
nos preços dos veículos usados. Esse efeito ocorre porque a alta do frete marítimo aumenta os custos de produção e os preços dos veículos novos, o que, por sua vez, elevou a demanda por veículos usados, pressionando seus preços para cima.

A pandemia também expôs a vulnerabilidade das cadeias de suprimentos globais. A interrupção na produção de componentes críticos, combinada com o aumento dos custos de transporte, criou um cenário de incertezas para o setor automobilístico. No Brasil, isso se refletiu em uma redução drástica da produção em 2020, seguida por uma recuperação lenta e custosa nos anos seguintes. Em resumo, o choque da pandemia e a consequente alta do frete marítimo não apenas aumentaram os custos de produção e os preços dos veículos, mas também destacaram a necessidade de uma maior resiliência e adaptação do setor automobilístico a crises globais. Os resultados das regressões confirmam que os custos de frete marítimo são fator-chave para entender as variações nos preços dos veículos, tanto novos quanto usados, e como ele se interliga com outros elementos, como a escassez de semicondutores e a desvalorização do real.

6.3 Impacto dos Semicondutores

A crise global de semicondutores foi um dos principais fatores que impactaram o mercado automobilístico durante a pandemia. No Modelo I – Preço dos Veículos Novos, a aplicação da Análise dos Componentes Principais (PCA) revelou que o valor dos semicondutores teve um impacto significativo na elevação dos preços. O Componente Principal 1 (PC1), que captura os fatores financeiros e econômicos externos, apresentou um coeficiente elevado para o valor dos semicondutores, indicando que o aumento global no custo desses componentes foi repassado para os preços dos veículos novos. Isso reflete a dependência da indústria automobilística brasileira de insumos importados, especialmente em um contexto de desvalorização do real.

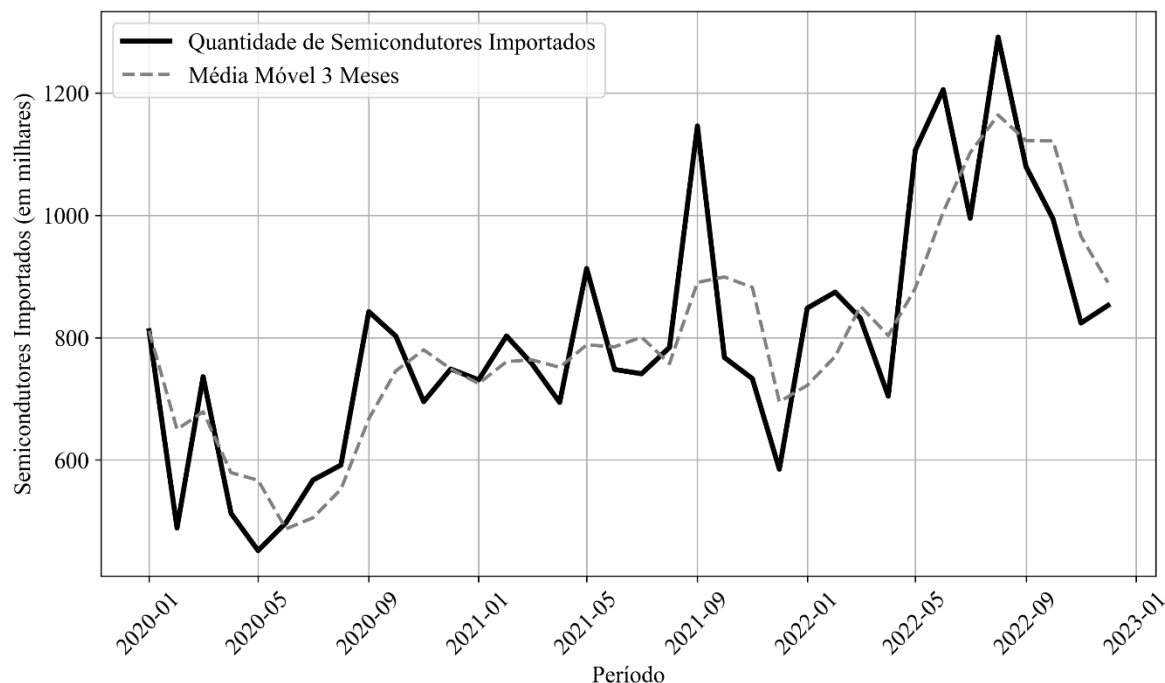
Gráfico 7– Valor Médio dos Semicondutores Importados (USD)



Fonte: Elaboração própria, baseado em dados do COMEXStat.

Embora as importações de semicondutores tenham se recuperado rapidamente após os piores momentos da pandemia, o aumento do preço desses componentes fez com que a importação de mais unidades encarecesse ainda mais o preço dos veículos. Esse fenômeno foi capturado no PC1, onde o coeficiente positivo para o valor dos semicondutores (1.234) sugere que, mesmo com a retomada das importações, o custo elevado desses insumos continuou a pressionar os preços dos veículos novos. Esse cenário foi agravado pela desvalorização do real, que aumentou os custos de importação.

Gráfico 8 – Quantidade de Semicondutores Importados (em milhares)



Fonte: Elaboração própria, baseado em dados do COMEXStat.

No Modelo II – Preço dos Veículos Usados, a quantidade de semicondutores importados apresentou uma correlação negativa com os preços dos veículos usados. Esse resultado sugere que a escassez de semicondutores, ao limitar a produção de veículos novos, aumentou a demanda por veículos usados, elevando seus preços. O coeficiente negativo de -314,77 (p-valor = 0,002) indica que, à medida que a disponibilidade de semicondutores diminuiu, os preços dos veículos usados aumentaram, refletindo um efeito indireto da crise de suprimentos no mercado de segunda mão.

6.4 Renda Média da População

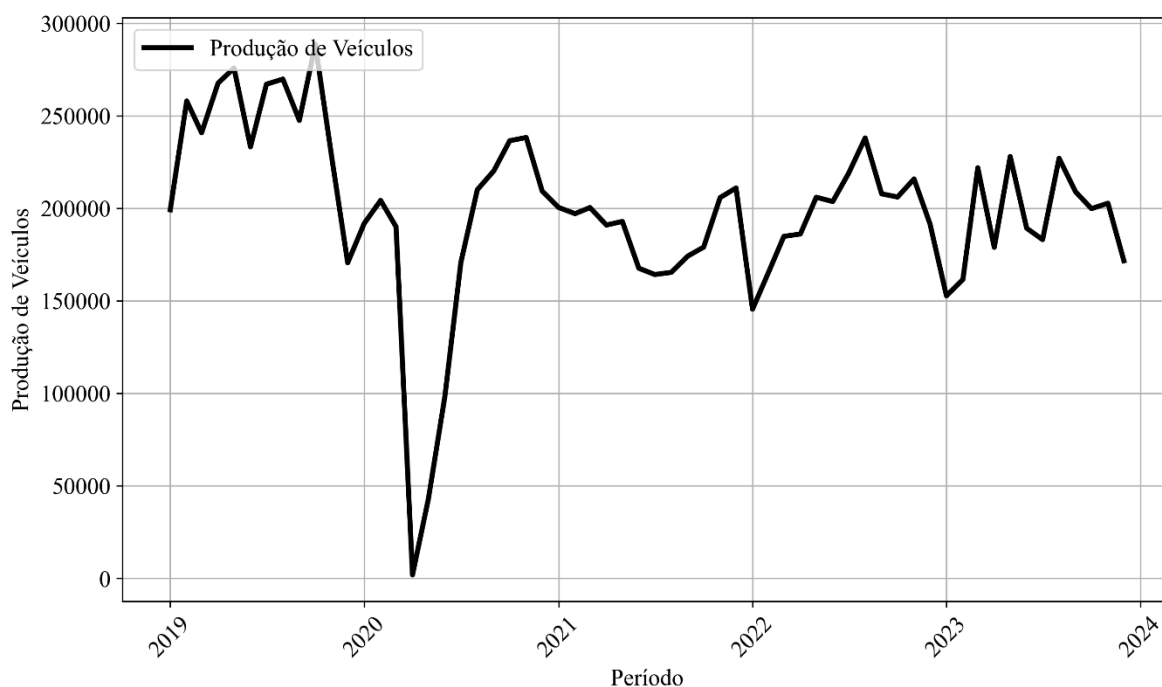
A renda média da população também exerce um papel relevante na determinação do preço dos veículos novos. Quando a renda média aumenta, a demanda por veículos tende a crescer, pois mais consumidores têm condições de adquirir bens duráveis como automóveis. No entanto, o efeito da renda sobre os preços não é direto, mas sim indireto, por meio da relação com a demanda. No modelo de regressão, a variável "renda média da população" é capturada no componente PC2, o que sugere que o aumento da renda pode influenciar a disposição das

montadoras em ajustar seus preços. Se a demanda cresce devido ao aumento da renda, as montadoras podem aproveitar esse momento para aumentar seus preços.

6.5 Produção de Veículos

Apesar de que a produção de veículos não se mostrar variável significativa para explicar o preço médio dos veículos, a análise do gráfico de produção ao longo dos anos revela *insights* importantes sobre o comportamento do mercado automobilístico brasileiro. Um dos pontos mais marcantes é a drástica redução da produção no início do segundo trimestre de 2020, quando a produção caiu para apenas 1.847 unidades em abril daquele ano. (Anfavea, 2021) Esse declínio abrupto está diretamente relacionado ao impacto da pandemia de COVID-19, que levou ao fechamento das fábricas e à paralisação das atividades econômicas. Esse período reflete um dos momentos mais críticos para o setor, com efeitos que se estenderam por todo o ano de 2020.

Gráfico 9 – Produção de Veículos Leves



Fonte: Elaboração própria, baseado em dados da Anfavea.

A partir do segundo semestre de 2020, observa-se uma recuperação gradual da produção, que atingiu 170.651 unidades em agosto daquele ano. No entanto, a recuperação foi limitada por desafios como a crise global de semicondutores e a alta do dólar, que impactaram a cadeia de

suprimentos e aumentaram os custos de produção. Em 2021 e 2022, a produção manteve-se em patamares inferiores aos de 2019, refletindo as dificuldades do setor em retomar os níveis pré-pandemia. Apesar disso, em 2023, há sinais de uma recuperação mais consistente, com a produção atingindo 227.914 unidades em maio, indicando uma possível retomada do mercado impulsionada pela melhoria das condições econômicas e pela maior disponibilidade de insumos. (Anfavea 2022, 2023)

Essa análise temporal permite compreender como eventos externos, como a pandemia e crises globais, influenciaram a produção de veículos no Brasil. Embora essas variáveis não tenham impacto direto sobre o preço médio dos veículos, elas são fundamentais para entender a dinâmica do setor e os desafios enfrentados pelas montadoras ao longo dos anos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta pesquisa evidenciam que o setor automobilístico brasileiro enfrentou um período de turbulência sem precedentes durante a pandemia de COVID-19, com impactos significativos tanto na produção quanto nos preços dos veículos. A crise global de semicondutores, agravada pela interrupção das cadeias de suprimentos, foi um dos principais fatores que contribuíram para a elevação dos preços dos veículos novos. No entanto, os achados da pesquisa destacam que os fatores macroeconômicos, como a taxa de câmbio, a taxa Selic e a inflação, tiveram um impacto ainda maior na composição dos preços dos automóveis no período analisado.

A desvalorização do real frente ao dólar aumentou os custos de importação de componentes essenciais, como os semicondutores, pressionando os preços dos veículos novos. Além disso, a alta da taxa Selic e do IPCA reduziu o poder de compra dos consumidores, levando as montadoras a ajustarem seus preços para manter a rentabilidade. Esses fatores macroeconômicos, combinados com a escassez de componentes, criaram um cenário desafiador para o setor, com impactos diretos na demanda e na oferta de veículos.

O mercado de veículos usados também foi profundamente afetado pela crise. Apesar dos custos mais altos de crédito para adquirir veículos, a escassez de veículos novos levou a um aumento significativo na demanda por veículos usados, resultando em uma valorização desses veículos. A análise estatística mostrou que a escassez de semicondutores e os custos logísticos, como o aumento do frete marítimo, tiveram um impacto indireto nos preços dos veículos usados, reforçando a interconexão entre os mercados de veículos novos e usados.

A produção de veículos também desempenhou um papel crucial na dinâmica do setor. A drástica redução da produção no início da pandemia, seguida por uma recuperação lenta e custosa, refletiu os desafios enfrentados pelas montadoras em um cenário de incertezas globais. Apesar dos esforços para retomar os níveis de produção pré-pandemia, a indústria automobilística brasileira ainda enfrenta desafios significativos, especialmente no que diz respeito à dependência de componentes importados e à necessidade de diversificação da cadeia de suprimentos.

A crise dos semicondutores serviu como um alerta para a necessidade de maior resiliência e autonomia tecnológica no setor automobilístico brasileiro. A dependência de componentes importados, especialmente de países como China, Taiwan e Estados Unidos, expôs a vulnerabilidade do setor a choques externos. Nesse contexto, políticas públicas que incentivem a produção nacional de componentes com alta tecnologia embutida, como semicondutores, são essenciais para garantir a estabilidade e a competitividade da indústria automobilística brasileira no longo prazo.

Além disso, a pandemia acelerou tendências que já estavam em curso no setor automobilístico, como a eletrificação de veículos e a adoção de tecnologias digitais. A crescente demanda por veículos elétricos e híbridos, que teve um aumento de 92% nas vendas entre 2022 e 2023 (FENABRAVE, 2024), representa uma oportunidade para o setor, mas também um desafio, dada a alta dependência de componentes tecnológicos importados. Para se manter competitiva, a indústria automobilística brasileira precisará investir em inovação e desenvolvimento tecnológico, além de fortalecer sua cadeia de suprimentos.

Em suma, os achados desta pesquisa destacam a complexidade do mercado automobilístico brasileiro e a importância de políticas econômicas e industriais que promovam a estabilidade e a previsibilidade para o setor. A crise da COVID-19 expôs as vulnerabilidades do setor, mas também abriu caminho para transformações que podem levar a uma indústria mais resiliente e inovadora. O futuro do setor automobilístico brasileiro dependerá da capacidade dos agentes econômicos e do governo em responder a esses desafios, buscando um equilíbrio entre oferta, demanda e acessibilidade para os consumidores.

Por fim, é importante ressaltar que a recuperação do setor automobilístico brasileiro em 2023, com um aumento significativo na produção e nas vendas, indica uma tendência positiva. No entanto, a manutenção desse crescimento dependerá de fatores como a estabilidade econômica, a disponibilidade de crédito e a capacidade do setor em se adaptar às novas demandas do mercado global. A indústria automobilística brasileira tem o potencial de se reposicionar como um player importante no cenário internacional, mas para isso, precisará superar os desafios estruturais e tecnológicos que ainda persistem.

REFERÊNCIAS

ANFAVEA – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. Anuário da Indústria Automobilística Brasileira 2003-2024. São Paulo, 2022.

ARSHIZADEH, Saba; GORGANI, Saba Hamid; TAHERI, Pedram; GIVGOL, Mohammadamin; SHAHROKHI, Shayan; ABDALISOUSAN, Ashkan. The impact of COVID-19 on oil supply in the short term. *Advanced Journal of Science and Engineering*, v. 2, n. 2, p. 120-135, 2021. Disponível em: <https://sciengpub.com/adv-j-sci-eng/article/view/advjscieng21022120>. Acesso em: 02 jan. 2024.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Sistema Gerenciador de Séries Temporais (SGS). Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries>. Acesso em: 10 fev. 2025.

BARROS, Daniel Chiari; PEDRO, Luciana Silvestre. As mudanças estruturais do setor automotivo, os impactos da crise e as perspectivas para o Brasil. *BNDES Setorial*, n. 34, p. 173-202, set. 2011. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Disponível em: <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/1483>. Acesso em: 12 nov. 2024.

BRASIL. Congresso Nacional. Projeto de Lei nº 2401, de 2021. Dispõe sobre o Programa de Incentivo ao Desenvolvimento da Indústria de Semicondutores (PADIS). Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2303891>. Acesso em: 23 nov. 2024.

BRASIL. Medida Provisória nº 936, de 1º de abril de 2020. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 1 abr. 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. COMEXStat. Disponível em: <https://comexstat.mdic.gov.br>. Acesso em: 10 fev. 2025.

CASOTTI, Bruna Pretti; GOLDENSTEIN, Marcelo. Panorama do setor automotivo: as mudanças estruturais da indústria e as perspectivas para o Brasil. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 28, p. 147-187, set. 2008.

CHOI, Seunghyuk et al. Advanced driver-assistance systems: challenges and opportunities ahead. McKinsey & Company, 2016. p. 1-11.

DAUDT, G.; WILLCOX, L. Indústria automotiva = Automotive industry. In: PUGA, Fernando Pimentel; CASTRO, Lavínia Barros de (Org.). *Visão 2035: Brasil, país desenvolvido: agendas setoriais para alcance da meta*. 1. ed. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2018. p. 183-208.

FENABRAVE – Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores. Resumo do mercado automotivo - dezembro de 2019 a 2023. Disponível em: <https://www.fenabrave.org.br/portaltv2/Conteudo/SemiNovoseUsados>. Acesso em: 07 dez. 2024.

GIAMBIAGI, Fábio. Economia brasileira contemporânea. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. ISBN 9788535267937.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS. Dados da Tabela FIPE para o período de 2019 a 2023. Dados não publicados. Acesso em: 10 fev. 2025.

HEYDEN, Kim J.; HEYDEN, Thomas. Market Reactions to the Arrival and Containment of COVID-19: An Event Study. *Finance Research Letters*, Forthcoming, 4 ago. 2020. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3587497> ou <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3587497>.

HOEFT, F. The case of sales in the automotive industry during the COVID-19 pandemic. *Strategic Change*, v. 30, p. 117-125, 2021.

Investing.com: INVESTING.COM. Índice Baltic Dry. Disponível em: <https://br.investing.com/indices/baltic-dry>. Acesso em: 10 fev. 2025.

JORNAL OFICIAL DA UNIÃO EUROPEIA. Sumário do documento L:2019:325. L 325, 16 de dezembro de 2019.

LEE, Hau L. et al. The triple-A supply chain. *Harvard Business Review*, v. 82, n. 10, p. 102-113, 2004.

LLOPIS-ALBERT, Carlos; RUBIO, Francisco; VALERO, Francisco. Impact of digital transformation on the automotive industry. *Technological Forecasting & Social Change*, Valencia, Spain, p. 1-9, 16 jun. 2020.

MEIER, M. et al. Covid-19 supply chain disruptions. *Covid Economics*, v. 48, n. 1, p. 139-170, 2020.

MELO, V. A., O AUTOMÓVEL, O AUTOMOBILISMO E A MODERNIDADE NO BRASIL (1891-1908) - *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/4013/401338534013.pdf>>. Acessado em: 21 mai. 2022.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. ComexStat. Disponível em: <https://www.comexstat.gov.br/>. Acesso em: 22 jun. 2024.

PAGANI, P.; FIRME, V.; SANTOS, M. Determinantes da demanda do setor automobilístico brasileiro: uma análise empírica. In: XLIII Encontro da ANPAD - EnANPAD, 2019, [S. l.]. Anais... 5 out. 2019.

PATÓ, Beáta Sz G.; HERCZEG, Márk. The effect of the COVID-19 on the automotive supply chains. *Studia Universitatis Babes-Bolyai Oeconomica*, v. 65, n. 2, p. 1-11, 2020.

RICARDO, D. On the principles of political economy and taxation. Londres: John Murray, 1817.

SANTOS, A. M. M.; BURITY, P. BNDES 50 ANOS, O Complexo Automotivo. *BNDES 50 ANOS*, 2002. Disponível em: Acessado em: 10 dez. 2023.

Semiconductor Engineering. ADAS - Advanced Driver Assistance Systems. Disponível em: https://semiengineering.com/knowledge_centers/automotive/adas-se-driver-assistance-systems/. Acesso em: 21 abr. 2024.

SCHUMPETER, Joseph A. Capitalism, socialism and democracy. 1. ed. Londres: Routledge, 2013.

Semiconductor Engineering. Funding – Knowledge Center. Disponível em: https://semiengineering.com/knowledge_centers/funding/. Acesso em: 11 jan. 2025.

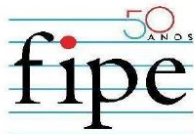
SODHI, M.; TANG, C. Supply Chain Risk Management: Managing Supply Chain Risk. 2012 jan. PMCID: PMC7120548.

TEECE, David J.; PISANO, Gary; SHUEN, Amy. Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, v. 18, n. 7, p. 509-533, ago. 1997.

THUN, J.; HOENIG, D. An Empirical Analysis of Supply Chain Risk Management in the German Automotive Industry. *International Journal of Production Economics*, 2011.

ZAREMBA, Thomais. Ford's Business Transformation Case Study. *Think with Google*. Disponível em: <https://www.thinkwithgoogle.com>. Acesso em: 16 nov. 2024.

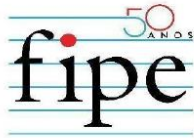
ANEXO 1 – Termo de Confidencialidade, Sigilo e Uso – FIPE



TERMO DE CONFIDENCIALIDADE, SIGILO E USO

Pelo presente instrumento, João Victor de Andrade e Souza, inscrito no CPF sob o n.º 152.263.816-46, doravante designado Signatário, declara aceitar as regras, condições e obrigações constantes do presente Termo.

1. O objetivo deste Termo de Confidencialidade, Sigilo e Uso é prover a necessária e adequada proteção às informações restritas de propriedade exclusiva e/ou sob controle da Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas - Fipe, constantes da tabela de referência de preços de veículos, reveladas ao Signatário ou por ele acessadas em função da execução da pesquisa *“Análise do setor automobilístico brasileiro no período da pandemia de COVID-19 (2019-2023)”*.
2. A expressão “informações restritas” abrange toda informação escrita, oral ou de qualquer outro modo apresentada, tangível ou intangível, podendo incluir, mas não se limitando a: dados pessoais, técnicas, projetos, especificações, desenhos, cópias, diagramas, fórmulas, modelos, amostras, fluxogramas, croquis, fotografias, plantas, programas de computador, discos, pen drives, fitas, contratos, planos de negócios, processos, projetos, conceitos de produto, especificações, amostras de ideia, clientes, nomes de revendedores e/ou distribuidores, marcas e modelos utilizados, preços e custos, definições e informações mercadológicas, invenções e ideias, vulnerabilidades existentes, outras informações técnicas, financeiras ou comerciais, entre outros.
3. O Signatário compromete-se a não reproduzir nem dar conhecimento a terceiros, sem a anuência formal e expressa do Fipe, das informações restritas reveladas ou acessadas.
4. O Signatário compromete-se a não utilizar, de forma diversa daquela pactuada com a Fipe, as informações restritas reveladas ou acessadas, constantes das tabelas de veículos.
5. O Signatário deverá cuidar para que as informações reveladas ou acessadas fiquem limitadas ao conhecimento próprio.
6. O Signatário obriga-se a informar imediatamente a Fipe qualquer violação das regras de confidencialidade, sigilo e uso estabelecidas neste Termo de que tenha tomado conhecimento ou que tenha ocorrido por sua ação ou omissão, independentemente da existência de dolo.
7. A quebra da confidencialidade, do sigilo ou das condições de uso das informações restritas reveladas ou acessadas, por ação ou omissão do Signatário, devidamente comprovada, sem autorização expressa da Fipe, sujeitará o Signatário às consequências



legais e sanções cabíveis, ao pagamento ou recomposição de todas as perdas e danos sofridos pelo Contratante, inclusive os de ordem moral, bem como às responsabilidades civil e criminal respectivas, as quais serão apuradas em regular processo judicial ou administrativo.

8. O presente Termo tem natureza irrevogável e irretroatável, permanecendo em vigor desde a data de acesso às informações restritas de propriedade exclusiva e/ou sob controle da Fipe.

9. O Signatário manifesta explícita ciência e se compromete a observar as seguintes normas de segurança, privacidade e proteção de dados da Fipe, cujo dados recebeu: tabelas de preços médios relativas ao período de 2019 a 2023 de um conjunto de veículos.

E, por aceitar todas as condições e as obrigações constantes do presente Termo, o Signatário assina o presente Termo.

São Paulo, 16 de janeiro de 2025.

João Victor de Andrade e Souza (16 de janeiro de 2025 19:08 GMT-3)

João Victor de Andrade e Souza
Aluno

Ângelo Cardoso Pereira (16 de janeiro de 2025 16:47 GMT-3)

Ângelo Cardoso Pereira
Orientador

Maria Helena Garcia Pallares Zockun
Diretora de Pesquisas

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS - FIPE

Domingos Pimentel Bortoletto (17 de janeiro de 2025 10:30 GMT-3)

Domingos Pimentel Bortoletto
Secretário-Executivo

Testemunhas:

Renato Firmo Pezzuti (17 de janeiro de 2025 10:16 GMT-3)

Renato Firmo Pezzuti

Sergio F Crispim (16 de janeiro de 2025 18:11 GMT-3)

Sergio Crispim


Fipe x João Victor de Andrade e Souza - Termo de Confidencialidade Sigilo e Uso

Relatório de auditoria final

2025-01-17

Criado em:	2025-01-16
Por:	Jurídico FIPE (juridico.adobe@fipe.org.br)
Status:	Assinado
ID da transação:	CBJCHBCAABAA28pT3q-TByjH9NgTEL7STbchihf_7Gi7

Histórico de "Fipe x João Victor de Andrade e Souza - Termo de Confidencialidade Sigilo e Uso"

-  Documento criado por Jurídico FIPE (juridico.adobe@fipe.org.br)
2025-01-16 - 11:42:08 GMT
-  Documento enviado por email para scrispim@fipe.org.br para assinatura
2025-01-16 - 11:42:13 GMT
-  Email visualizado por scrispim@fipe.org.br
2025-01-16 - 20:19:35 GMT
-  O signatário scrispim@fipe.org.br inseriu o nome Sergio F Crispim ao assinar
2025-01-16 - 21:11:22 GMT
-  Documento assinado eletronicamente por Sergio F Crispim (scrispim@fipe.org.br)
Data da assinatura: 2025-01-16 - 21:11:24 GMT - Fonte da hora: servidor
-  Documento enviado por email para angelo.pereira@uff.br para assinatura
2025-01-16 - 21:11:26 GMT
-  Email visualizado por angelo.pereira@uff.br
2025-01-16 - 21:44:55 GMT
-  O signatário angelo.pereira@uff.br inseriu o nome Ângelo Cardoso Pereira ao assinar
2025-01-16 - 21:47:20 GMT
-  Documento assinado eletronicamente por Ângelo Cardoso Pereira (angelo.pereira@uff.br)
Data da assinatura: 2025-01-16 - 21:47:22 GMT - Fonte da hora: servidor
-  Documento enviado por email para joaovictor.andrade@estudante.uff.br para assinatura
2025-01-16 - 21:47:24 GMT

Fipe x João Victor de Andrade e Souza - Termo de Confidencialidade Sigilo e Uso

Relatório de auditoria final

2025-01-17

Criado em:	2025-01-16
Por:	Jurídico FIPE (juridico.adobe@fipe.org.br)
Status:	Assinado
ID da transação:	CBJCHBCAABAA28pT3q-TByjH9NgTEL7STbchihf_7Gi7

Histórico de "Fipe x João Victor de Andrade e Souza - Termo de Confidencialidade Sigilo e Uso"

-  Documento criado por Jurídico FIPE (juridico.adobe@fipe.org.br)
2025-01-16 - 11:42:08 GMT
-  Documento enviado por email para scrispim@fipe.org.br para assinatura
2025-01-16 - 11:42:13 GMT
-  Email visualizado por scrispim@fipe.org.br
2025-01-16 - 20:19:35 GMT
-  O signatário scrispim@fipe.org.br inseriu o nome Sergio F Crispim ao assinar
2025-01-16 - 21:11:22 GMT
-  Documento assinado eletronicamente por Sergio F Crispim (scrispim@fipe.org.br)
Data da assinatura: 2025-01-16 - 21:11:24 GMT - Fonte da hora: servidor
-  Documento enviado por email para angelo.pereira@uff.br para assinatura
2025-01-16 - 21:11:26 GMT
-  Email visualizado por angelo.pereira@uff.br
2025-01-16 - 21:44:55 GMT
-  O signatário angelo.pereira@uff.br inseriu o nome Ângelo Cardoso Pereira ao assinar
2025-01-16 - 21:47:20 GMT
-  Documento assinado eletronicamente por Ângelo Cardoso Pereira (angelo.pereira@uff.br)
Data da assinatura: 2025-01-16 - 21:47:22 GMT - Fonte da hora: servidor
-  Documento enviado por email para joaovictor.andrade@estudante.uff.br para assinatura
2025-01-16 - 21:47:24 GMT