

Correlação entre indicadores macroeconômicos e mercado automotivo brasileiro por meio de análise fatorial

João Pedro Pacito Marques^{1*}; Guilherme André Peleglini Rocha²

¹ Bacharel em Engenharia mecânica. Pós-Graduando do MBA em Data Science e Analytics. Piracicaba, São Paulo, Brasil

² Bacharel em Administração. Pós-graduado em Finanças Corporativas. Mestre em Economia Aplicada. Piracicaba, São Paulo, Brasil

*autor correspondente: joao.pmarques9@gmail.com

Correlação entre indicadores macroeconômicos e mercado automotivo brasileiro por meio de análise fatorial

Resumo

O mercado automotivo brasileiro apresentou grande volatilidade nas últimas décadas, refletindo impactos de condições macroeconômicas sobre o setor. Este trabalho analisou os efeitos de indicadores macroeconômicos sobre o desempenho automotivo nacional entre 1996 e 2023. Para isso, foram utilizados dados anuais de veículos produzidos, emplacados e exportados, comparados com variáveis como taxas de câmbio, juros, desemprego, crescimento econômico e inflação, obtidos por séries temporais disponibilizadas pela ANFAVEA e IPEA, respectivamente. Aplicaram-se estatísticas descritivas e análise de correlação de Pearson para identificar relações lineares entre os indicadores e o setor. Em seguida, utilizou-se a Análise Fatorial por Componentes Principais (PCA) para reduzir a dimensionalidade dos dados, agrupando os indicadores em fatores representativos. O teste de esfericidade de Bartlett confirmou a adequação da técnica, e a extração dos fatores respeitou o critério de Kaiser, explicando 67% da variância total. Com base nos escores fatoriais, foi elaborado um ranking macroeconômico anual e sua comparação ao desempenho do setor automotivo revelou que taxa de juros e desemprego apresentaram correlação negativa com o setor. Anos com maior intensidade de variações macroeconômicas estiveram associados a piores resultados em produção, exportação e emplacamentos de veículos. Verificou-se que juros e inflação elevados comprometeram o consumo e a produção de veículos, mesmo em contextos de crescimento econômico. A análise fatorial mostrou-se uma ferramenta eficaz ao sintetizar cenários econômicos complexos com múltiplas variáveis, contribuindo para a compreensão das interações entre variáveis econômicas e o desempenho da indústria automotiva.

Palavras-chave: PCA; ranking; Brasil; veículos.

Correlation between macroeconomic indicators and the brazilian automotive market via factor analysis

Abstract

The Brazilian automotive market has shown significant volatility over the past decades, reflecting the impact of macroeconomic conditions on the sector. This study analyzed the effects of macroeconomic indicators on the performance of the national automotive market between 1996 and 2023. For this purpose, annual data on vehicles produced, registered, and exported were used and compared with variables such as exchange rates, interest rates, unemployment, economic growth, and inflation, obtained from time series made available by ANFAVEA and IPEA, respectively. Descriptive statistics and Pearson correlation analysis were applied to identify linear relationships between the indicators and the sector. Subsequently, Principal Component Analysis (PCA) was used to reduce data dimensionality, grouping the indicators into representative factors. Bartlett's test of sphericity confirmed the adequacy of the technique, and factor extraction followed Kaiser's criterion, explaining 67% of the total variance. Based on the factor scores, an annual macroeconomic ranking was developed, and its comparison with the performance of the automotive sector revealed that interest rates and unemployment had a negative correlation with the sector. Years with greater macroeconomic volatility were associated with worse outcomes in vehicle production, exports, and registrations. High interest rates and inflation were found to compromise vehicle consumption and production, even in contexts of economic growth. Factor analysis proved to be an effective tool for synthesizing complex economic scenarios involving multiple variables, contributing to the understanding of interactions between economic variables and automotive industry performance.

Keywords: PCA; ranking; Brazil; vehicles.

Introdução

A trajetória do desenvolvimento econômico brasileiro está interligada com a forma como sua base produtiva foi sendo moldada, com o mercado automotivo nacional sendo uma expressão direta desse processo. Durante o século XX, o Brasil saiu de uma economia primário-exportadora, com forte dependência externa em tecnologia e capitais para um modelo de substituição de importações por meio da industrialização voltada ao mercado interno, impulsionado por restrições externas, como as guerras mundiais. Entre 1957 e 1967, ocorreu a implantação e desenvolvimento da indústria automobilística brasileira. Até 1963, houve uma fase de forte expansão da produção devido a restrições de importações e uma demanda reprimida. A partir de 1964, o setor enfrentou um período de inflação, que acarretou redução de crescimento e elevação de preços, gerando uma crise que ocasionou queda nos lucros, problemas com excesso de produção e disponibilidade de investimentos (Frainer, 2010).

Dentro desse período de expansão, o setor automotivo emergiu como um símbolo da industrialização planejada, com forte indução estatal, durante o governo de Juscelino Kubitschek (1956-1960). A instalação das primeiras montadoras e fabricantes no Brasil, juntamente com a formação de um mercado de autopeças, contaram com políticas de incentivo fiscal, proteção tarifária e criação de infraestrutura básica, configurando um modelo produtivo formado por subsidiários da indústria europeia. Portanto, essa industrialização não rompeu com a dependência externa, ainda estruturalmente sensível a flutuações econômicas, internas e externas (Luedemann, 2003).

Essa sensibilidade pode ser observada na história recente do setor. Desde a estabilização da economia com o Plano Real, em 1994, o mercado automotivo brasileiro passou por diferentes fases, influenciadas por fatores macroeconômicos e políticos. A capacidade instalada de produção de veículos no Brasil aumentou significativamente entre os anos 2000 e 2013, de 1,3 milhão de novos veículos por ano para cerca de 3 milhões, incluindo a entrada de novas montadoras, alcançando a sexta posição de produtor mundial em 2009. O aumento deu-se também no registro de novos veículos, somando-se aos importados, tornando-se o quarto maior mercado consumidor do mundo em 2013 (IEMA, 2021).

Segundo Paixão (2013), a crise global de 2008 trouxe uma desaceleração temporária, levando ao governo implementar medidas em busca da retomada de investimentos privados, como a redução do Imposto sobre Produtos Industrializados [IPI] para veículos. Porém, a partir de 2014, com a recessão econômica e a instabilidade política, o setor entrou em declínio acentuado, o licenciamento de novos automóveis sofreu queda, devido a desaceleração da economia, que foi ainda mais intensificada pela pandemia de covid-19. Com isso, a indústria

estimou a operação em 2021 com apenas 50% da capacidade instalada, para atender a demanda de novos veículos (IEMA, 2021).

Tais flutuações evidenciam a forte correlação entre o desempenho do mercado automotivo com a situação econômica do país, e seus indicadores macroeconômicos. Entre os principais indicadores analisados estão: o Índice de Preços ao Consumidor Amplo [IPCA] (índice oficial de inflação ao consumidor), o Índice Geral de Preços do Mercado [IGP-M] (índice amplo que incorpora variações no atacado e construção civil), o Produto Interno Bruto [PIB] (como medida da atividade econômica), a taxa do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia [SELIC] (taxa básica de juros da economia), a taxa de desemprego (relacionada à renda das famílias) e a cotação monetária Real-Dólar comercial (impactando diretamente importações e exportações).

Considerando as variáveis envolvidas e a possibilidade de colinearidade entre os indicadores, este trabalho utilizou-se da análise fatorial por componentes principais, ou Principal Component Analysis [PCA], como ferramenta estatística para consolidar a informação contida nos indicadores em um número reduzido de fatores explicativos. Esses fatores foram correlacionados com os dados históricos do setor automotivo, como produção, exportação e emplacamento de veículos, obtidos junto à Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores [ANFAVEA]. A partir disso, construiu-se um ranking dos fatores com maior peso explicativo sobre o comportamento do setor, de modo a observar quais componentes macroeconômicos mais impactaram no mercado automotivo brasileiro, ao compreender a dinâmica entre indicadores macroeconômicos e o desempenho do setor automotivo durante o período analisado.

Material e Métodos

O presente trabalho buscou estudar a correlação entre uma seleção de indicadores macroeconômicos brasileiros e variáveis referentes ao mercado automotivo nacional, sendo, portanto, uma pesquisa de aplicação prática, com caráter quantitativo e abordagem analítica, voltada a análise de um cenário econômico específico por meio de métodos estatísticos.

Para a elaboração deste estudo, as seguintes etapas foram seguidas:

- Coleta de dados: foram obtidos dados históricos sobre emplacamentos, produção e exportações de veículos no Brasil, com base em séries temporais disponibilizadas pela ANFAVEA¹;
- Seleção dos indicadores macroeconômicos: foram escolhidos indicadores que refletissem a conjuntura econômica nacional no período entre 1996 e 2023,

¹ Disponível em: https://anfavea.com.br/docs/SeriesTemporais_Autoveiculos.xlsm

considerando as principais dimensões macroeconômicas, como taxa de câmbio, taxa de juros, desemprego, crescimento econômico e inflação;

- Tratamento e organização dos dados: os dados foram organizados em séries temporais anuais, sendo tratados para correção de inconsistências, normalização e eliminação de valores ausentes, a fim de viabilizar a aplicação das técnicas estatísticas subsequentes
- Aplicação da análise fatorial: foi empregada a técnica de Análise de Componentes Principais PCA, para redução da dimensionalidade dos indicadores macroeconômicos e extração dos principais fatores explicativos da variabilidade econômica ao longo do período analisado;
- Geração de rankings e correlações: a partir dos fatores extraídos na PCA, foram gerados escores fatoriais e elaborado um ranking anual de desempenho macroeconômico, o qual foi posteriormente correlacionado com indicadores do mercado automotivo;
- Análise dos resultados: os resultados da correlação entre os fatores macroeconômicos e as variáveis do setor automotivo foram analisados com o intuito de identificar padrões, tendências e potenciais relações de causalidade.

Base de dados

O objetivo da etapa de coleta de dados foi levantar uma base de dados contendo séries temporais de quantidade de veículos produzidos, exportados, importados e emplacados anualmente. Para isso, realizou-se uma pesquisa em fontes públicas, sendo a base de dados da ANFAVEA a que melhor atendeu os critérios, disponibilizada em formato “xlsm”.

Esta base é composta por variáveis em formato de séries temporais com periodicidade mensal, abrangendo de 1957 até a data atual, com atualizações mensais. As variáveis são segmentadas por tipo de veículo: autoveículos (contabiliza todos os segmentos), automóveis, ônibus, caminhões e veículos comerciais leves. Para cada segmento, os dados incluem a quantidade total de emplacamentos, emplacamento de veículos nacionais, emplacamento de veículos importados, produção e exportação. Para fins deste estudo foram utilizadas as variáveis de quantidade de emplacamentos totais, exportações e produção, todas referentes ao segmento de autoveículos, que agrega todos os tipos de veículos.

Variáveis relacionadas à segmentação por tipo de veículo (automóveis, caminhões, ônibus, comerciais leves) e à origem dos emplacamentos (nacionais ou importados) foram descartadas, pois direcionariam a análise para recortes específicos do mercado. Como o estudo buscou compreender o comportamento agregado do mercado automotivo brasileiro

em resposta às condições macroeconômicas, essas divisões poderiam ser impactadas por contextos setoriais que distorcessem a interpretação. A Tabela 1 apresenta as variáveis utilizadas e a justificativa para a escolha de cada variável.

Tabela 1 – Variáveis de veículos emplacados, produzidos e exportados utilizadas na análise

Variável	Motivo da escolha
Autoveículos – Emplacamento Total	Permite a representação da demanda agregada por veículos no país, sem distinções por tipo ou origem, alinhando-se ao objetivo de analisar o mercado de forma macroeconômica, evitando distorções geradas por análises segmentadas
Autoveículos – Produção	Auxilia como indicador da atividade industrial automotiva, refletindo a resposta do setor produtivo às variações da demanda interna e externa, permitindo a associação de indicadores macroeconômicos, como de crescimento econômico, juros e inflação, ao desempenho da indústria automotiva de maneira agregada
Autoveículos – Exportação	Visa refletir a competitividade da indústria automotiva brasileira no mercado internacional, como um sinal da força econômica do país, sendo influenciada por indicadores macroeconômicos internos, como taxa de câmbio, e por indicar a capacidade do setor de compensar retrações do mercado interno em resposta às condições macroeconômicas

Fonte: Dados originais da pesquisa

A importação da base em formato de banco de dados foi realizada por meio da aplicação Spyder v. 6.0.5 (Spyder Development Team, 2025), utilizando a linguagem de programação Python v. 3.12 (Python Software Foundation, 2023). Para isso, empregou-se a biblioteca Pandas v. 2.2.3 (Pandas Development Team, 2024), a fim de estruturar o banco de dados no formato “Dataframe”. Esse formato permitiu o tratamento dos dados de forma eficiente e intuitiva, facilitando o processo de transformação do banco para uma estrutura adequada à aplicação do modelo de análise fatorial.

Na etapa de seleção de indicadores macroeconômicos, buscou-se obter um conjunto de indicadores que representassem alguns dos principais fatores econômicos nacionais. Optou-se por uma abordagem prática, selecionando ao menos seis indicadores, que considerassem diferentes dimensões da economia brasileira, incluindo taxas de câmbio, juros, desemprego, crescimento econômico e inflação.

A obtenção desses indicadores foi realizada por meio da biblioteca ipeadatapy v. 0.1.9 (Borelli, 2023) em Python, que consulta as séries temporais disponibilizadas pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada [IPEA] (2025). Esta biblioteca permite a importação de diversos tipos de dados de órgãos governamentais, por meio da declaração do código da série a ser obtida. Toda série importada é apresentada em formato de tabela, acompanhada pelas variáveis “DATE”, “CODE”, “RAW DATE”, “YEAR”, “MONTH”, “DAY”, no entanto apenas a variável da respectiva série e “YEAR” foram necessárias na análise, com as demais sendo excluídas.

Os indicadores selecionados para a análise são apresentados na Tabela 2, juntamente com o código da série para importação na biblioteca, a fonte oficial geradora do indicador, e a justificativa de escolha.

Tabela 2 – Variáveis de indicadores macroeconômicos utilizados na análise

Indicador	Cód. da série	Fonte	Justificativa da escolha
IPCA	PRECOS12_IPCA12	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	Escolhido por ser o principal indicador oficial da inflação no Brasil, impacta no consumo e poder aquisitivo do consumidor, afetando a capacidade de compra de bens duráveis, como automóveis
IGP-M	IGP12_IGP M12	Fundação Getúlio Vargas	Calculado pela Fundação Getúlio Vargas [FGV], foi incluído por captar movimentos inflacionários em estágios diferentes da economia, desde matérias-primas até preços ao consumidor final, afetando os custos de produção do setor automotivo
SELIC	BM12_TJO VER12	Banco Central	Taxa básica de juros da economia brasileira, sendo principal instrumento de política monetária do Banco Central, influencia o custo do crédito no país, que possui parte significativa das compras de veículos por meio de financiamento
Taxa de desemprego	WEO_DES EMWEOB RA	Fundo Monetário Internacional	Selecionada como indicador de segurança financeira da população, pois níveis elevados de desemprego reduzem a demanda por bens de maior valor agregado, como automóveis
Cotação Dólar Comercial	BM_ERC	Banco Central	Foi incorporada considerando que o setor automotivo brasileiro está inserido em um contexto globalizado, portanto variações cambiais impactam na importação de insumos e exportação de veículos
PIB	BM12_PIB 12	Banco Central	Incluído por ser um dos principais indicadores de desempenho e crescimento econômico, ao refletir nível de renda e produção de uma economia, estando relacionado à demanda agregada por bens duráveis, como veículos

Fonte: Dados originais da pesquisa

Durante a etapa de transformação, o objetivo foi modelar as séries de cada indicador para o formato padronizado utilizado no modelo, mantendo apenas a variável de valor da série e o respectivo ano, assegurando a ausência de valores nulos, adequação ao período de análise, e a conversão das séries mensais em anuais, por meio de agrupamentos.

As séries do IPCA e IGP-M, originalmente no formato de índice cumulativo mensal com valor base 100 estabelecido para os meses de dezembro de 1993 e agosto de 1994, respectivamente, foram transformados em percentuais mensais de variação. Para a realização dessa transformação, foi realizada a divisão do índice de cada mês pelo do mês anterior, obtendo-se assim a variação percentual mensal, que, posteriormente, foi agregada de forma cumulativa para obtenção da inflação anual.

A série de PIB apresentava formato de índice mensal, portanto, para a obtenção da variação anual, utilizou-se a média por ano transformada em variação percentual anual pela divisão do valor de cada ano pelo valor do ano anterior. A série de cotação do dólar foi convertida para médias anuais a partir das médias mensais. A taxa de desemprego já se encontrava em formato percentual anual, sendo utilizada diretamente. Quanto à taxa SELIC, composta por percentuais mensais, foi calculada a taxa efetiva acumulada para cada ano.

Após o pré-processamento, todas as séries temporais dos indicadores foram integradas em um único banco de dados. Com este conjunto de dados consolidado, uma análise descritiva foi realizada, com o objetivo de apresentar o comportamento geral dos indicadores macroeconômicos e das variáveis do setor automotivo brasileiro no período. Foram calculadas medidas de tendência central e dispersão, como média, desvio padrão, valores mínimos e máximos, além dos quartis (primeiro, segundo e terceiro), para cada variável analisada. Essa etapa permitiu identificar a distribuição dos dados e comparar as variações entre os indicadores com os cenários econômicos abrangidos pelo período.

Na sequência, foi conduzida uma análise de correlação de Pearson, a fim de verificar a existência de relações lineares entre os indicadores macroeconômicos, bem como entre esses indicadores e as variáveis do setor automotivo (emplacamentos, produção e exportação de veículos). A correlação de Pearson foi escolhida por permitir quantificar a intensidade da associação entre as variáveis, e a matriz de correlação obtida serviu como base para identificar possíveis padrões entre as variáveis econômicas, além de embasar a etapa posterior de análise fatorial, ao revelar agrupamentos preliminares de variáveis sob um contexto exploratório.

Aplicação do modelo

Para a etapa de análise fatorial, foi empregada a técnica de Análise de Componentes Principais, com o objetivo de reduzir a dimensionalidade do conjunto de variáveis macroeconômicas selecionadas, mantendo a maior variância explicativa possível. A aplicação dessa técnica tem o intuito de reduzir a complexidade dos dados ao transformar o conjunto de indicadores originais correlacionados em um novo conjunto, de variáveis ortogonais, que explicam a maior parte da variabilidade econômica observada (Fávero e Belfiore, 2017).

Primeiramente, uma análise de correlação de Pearson foi realizada entre as variáveis, para fins exploratórios, sendo adequada devido as variáveis apresentarem formato quantitativo e contínuo. Em seguida, buscou-se identificar se a matriz era estatisticamente diferente de uma matriz identidade, por meio da aplicação do teste de esfericidade de Bartlett. Para isso, o “p-valor” obtido deve ser inferior ao nível de significância, de 5%, o que indica que a análise fatorial pode ser utilizada (Matos e Rodrigues, 2019).

A equação do teste de esfericidade de Bartlett pode observada pela eq. (1):

$$\chi^2_{Bartlett} = - \left[(n - 1) - \left(\frac{2 \cdot k + 5}{6} \right) \right] \cdot \ln|D| \quad (1)$$

Onde n é o tamanho da amostra, k é o número de variáveis e $|D|$ é o determinante da matriz de correlações (Fávero e Belfiore, 2017). E o número de graus de liberdade pode ser definido pela eq. (2):

$$g = \frac{k \cdot (k - 1)}{2} \quad (2)$$

Onde k é o número de variáveis.

A aplicação da PCA foi realizada por meio da biblioteca FactorAnalyzer v. 0.5.1 (Biggs e Madnani, 2024) da linguagem Python. Inicialmente, os dados foram normalizados utilizando o método de padronização z-score, garantindo média zero e desvio padrão unitário para todas as variáveis, condição necessária para evitar que variáveis com escalas distintas exerçam influência desproporcional sobre a análise.

Com os dados normalizados, foi aplicada a decomposição da matriz de variância para extração dos autovalores e autovetores, correspondentes, respectivamente, à variância explicada e à direção de cada componente principal. A seleção dos fatores a serem considerados seguiu o critério de Kaiser, que indica a utilização de fatores com autovalor maior ou igual a 1, uma vez que valores superiores a 1 contém informação proporcional de ao menos uma variável (Kaiser, 1974).

A avaliação dos resultados modelo foi realizada com base nas métricas de variância acumulada e de comunalidades, com o objetivo de verificar a adequação da análise na representação da estrutura dos dados originais, pela preservação da informação estatística relevante.

A variância acumulada permite mensurar a quantidade de informação retida após a redução da dimensionalidade pela aplicação do critério de Kaiser. As principais características estatísticas do conjunto de dados são mantidas contanto que uma proporção significativa da variância total seja preservada, mesmo com a redução do número de variáveis. As comunalidades foram utilizadas como métrica complementar, a fim de avaliar o quanto da variância de cada variável original é explicado pelo conjunto de fatores retido. Valores mais elevados indicam que a variável está melhor representada pelos fatores resultantes, enquanto valores baixos sinalizam maior perda de informação após a transformação.

A partir dos escores fatoriais extraídos pela PCA, foi elaborado um ranking anual de desempenho macroeconômico. Foi utilizado o critério da soma ponderada e ordenamento, em que os scores fatoriais são ponderados pelos percentuais de variância explicada, considerando cada observação, e os resultados ordenados, conforme apresentado por Fávero e Belfiore (2017). Esse ranking permitiu classificar cada ano do período analisado conforme seu desempenho relativo, frente aos fatores macroeconômicos dominantes extraídos pela PCA. A expressão utilizada para o cálculo dos valores do ranking é mostrada na eq. (3):

$$Rank_i = F_{1i} \cdot varF_1 + F_{2i} \cdot varF_2 + \dots + F_{ki} \cdot varF_k \quad (3)$$

Onde F_{ki} se refere ao score fatorial e $varF_k$ ao percentual de variância explicada, em que i determinando à observação e k o número do fator correspondente.

Após a criação do ranking macroeconômico, foram realizadas análises de correlação entre o ranking e as variáveis do setor automotivo, com o intuito de identificar possíveis relações entre a conjuntura econômica e o desempenho da indústria de veículos no Brasil. Também, foram utilizados coeficientes de correlação de Pearson para medir a força das associações entre os fatores extraídos e as variáveis do setor automotivo. As análises buscaram identificar padrões de associação entre os períodos de maior ou menor estabilidade econômica (segundo os fatores extraídos da PCA) e o desempenho do setor automotivo.

Resultados e Discussão

A Tabela 3 apresenta as estatísticas descritivas dos principais indicadores macroeconômicos brasileiros entre 1996 e 2023.

Tabela 3 – Medidas estatísticas dos indicadores macroeconômicos nacionais

Medida	Dólar (R\$)	SELIC (% a.a)	Desemprego (% a.a)	IPCA (% a.a)	IGP-M (% a.a)	PIB (% a.a)
Média	2,74	14,27	9,89	6,27	8,40	10,35
Coeficiente de variação (%)	46,0	48,6	19,5	40,2	81,1	43,8
Mínimo	1,00	2,75	6,90	1,65	-3,18	2,09
1º Quartil	1,83	9,89	8,21	4,50	4,78	6,90
2º Quartil	2,35	12,75	9,88	5,91	7,75	10,43
3º Quartil	3,37	17,85	11,14	7,62	10,42	13,35
Máximo	5,39	28,79	13,78	12,53	25,31	21,07

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Observou-se que a taxa de câmbio (dólar comercial) teve média de R\$ 2,74 com coeficiente de variação aproximado de 46%, o que reflete períodos de instabilidade cambial. A SELIC, com média de 14,27% a.a., variou entre 2,75% e 28,79% ao longo do período, demonstrando forte influência da política monetária em diferentes fases econômicas durante o período. O percentual de desemprego apresentou menores variações proporcionalmente a outros indicadores, ainda assim, atingiu valor máximo de 13,78% em períodos de maior instabilidade econômica e menor oferta de empregos. A inflação, medida pelo IPCA, teve média de 6,27% a.a., com picos de até 12,53%, enquanto o IGP-M apresentou maior variabilidade (com coeficiente de variação de 81,07%), por ser mais sensível a choques nos preços ao produtor e consumidor. O PIB nominal apresentou média de crescimento de 10,35% a.a., sendo este valor elevado de crescimento explicado pelo impacto da inflação no valor nominal, refletindo tanto o aumento da atividade econômica, quanto a variação de preços ao longo do tempo.

A Tabela 4 mostra as estatísticas dos dados do setor automotivo. O número médio de veículos emplacados foi de aproximadamente 2,3 milhões por ano, com produção média anual de 2,4 milhões e exportações em torno de 436 mil. A significativa variação entre anos reflete os ciclos econômicos e políticas públicas que influenciaram o setor. Períodos de crescimento, como entre 2000 e 2013, foram impulsionados por expansão da capacidade produtiva e estímulos fiscais (como reduções do IPI e incentivos à exportação), enquanto quedas a partir de 2014 refletem os efeitos da recessão, instabilidade política e, posteriormente, da pandemia.

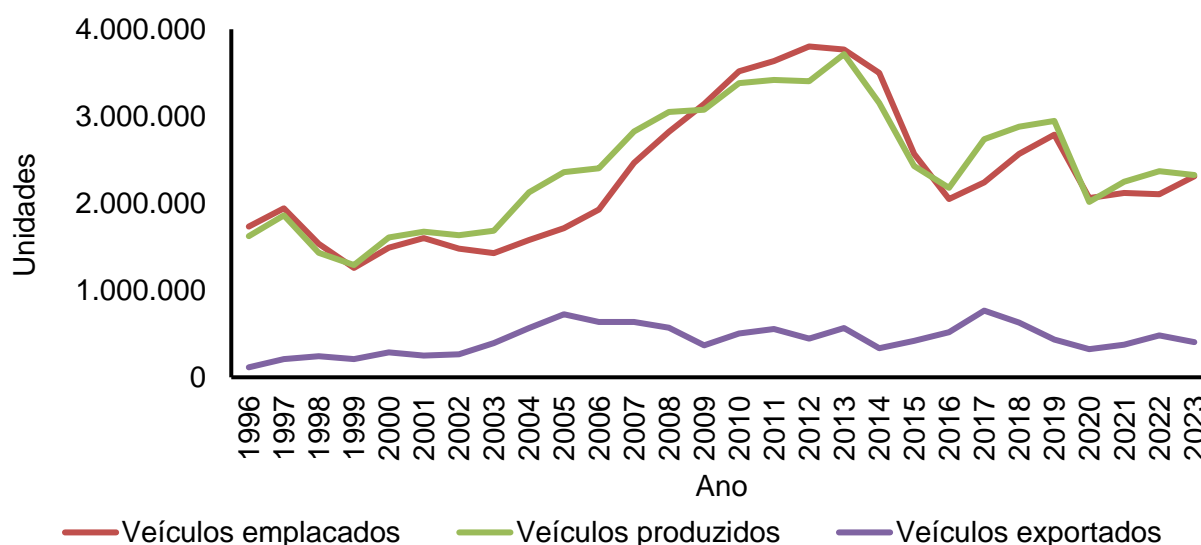
Tabela 4 – Medidas estatísticas de veículos emplacados, produzidos e exportados

Medida	Veículos emplacados	Veículos produzidos	Veículos exportados
Média	2.326.072	2.422.676	436.054
Coeficiente de variação (%)	33,5	28,2	38,2
Mínimo	1.256.953	1.289.977	114.568
1º Quartil	1.686.304	1.817.080	314.723
2º Quartil	2.112.156	2.363.471	425.422
3º Quartil	2.795.976	2.971.398	565.244
Máximo	3.802.071	3.713.813	766.061

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Apesar das quedas, os níveis de produção, emplacamento e exportação de veículos se mantiveram superiores aos registrados durante os anos 1990 e início de 2000, como mostra a Figura 1. Esse comportamento pode ser explicado por fatores estruturais, além de somente econômicos, como uma base industrial ampliada e ganhos de produtividade no período, e também pela necessidade de renovação de uma maior frota circulante no país.

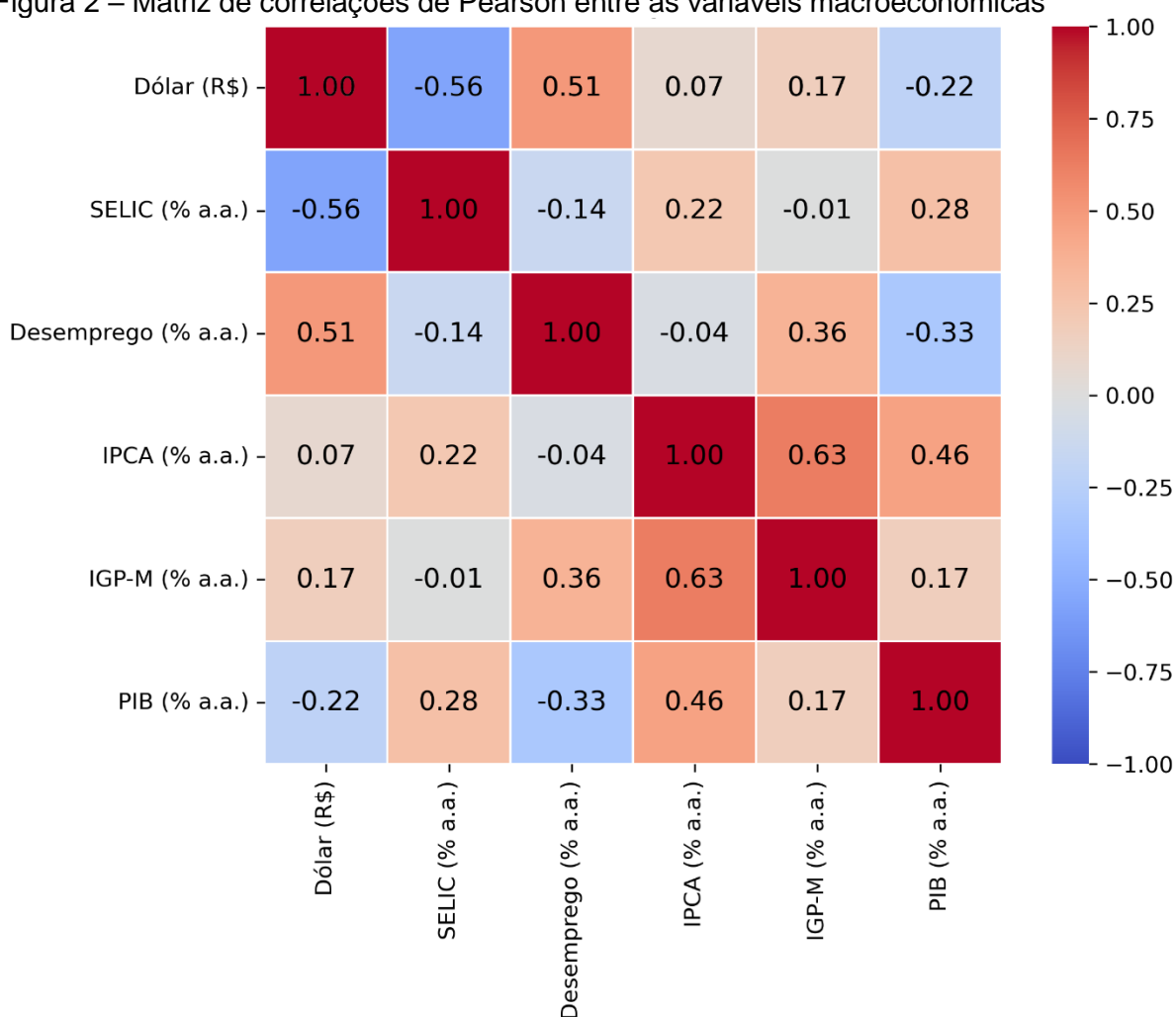
Figura 1 – Emplacamento, produção e exportação de veículos no Brasil entre 1996 e 2023



Fonte: Resultados originais da pesquisa

A Figura 2 mostra a matriz de correlação entre os indicadores macroeconômicos. Destaca-se a correlação negativa entre SELIC e o dólar (-0,563), indicando que, historicamente, elevações na taxa básica de juros tendem a atrair capital estrangeiro, apreciando a moeda nacional. Também é relevante a correlação positiva entre IPCA e IGP-M (0,627), conforme esperado, já que ambos são índices de preços. A relação negativa entre PIB e desemprego (-0,326) indica que o crescimento econômico ocasiona diminuição nas taxas de pessoas desempregadas, em linha com a ideia de que, quando o país produz mais bens e serviços (aumento do PIB), resulta em maior oferta de trabalho, reduzindo o desemprego.

Figura 2 – Matriz de correlações de Pearson entre as variáveis macroeconômicas



Fonte: Resultados originais da pesquisa

Na Tabela 5, observou-se correlações significativas entre os indicadores econômicos e variáveis automotivas. A SELIC mostra forte correlação negativa com os emplacamentos (-0,63) e produção (-0,70), indicando que taxas de juros mais altas inibem o consumo e

investimento no setor. O desemprego também está negativamente correlacionado com os emplacements (-0,56), o que é consistente com a queda na demanda em contextos de menor renda. Enquanto, as exportações de veículos se correlacionam positivamente com o dólar (0,17), evidenciando a importância da competitividade cambial nas vendas externas.

Tabela 5 – Correlações de Pearson entre as variáveis macroeconômicas e dados automotivos

Tipo	Dólar	SELIC	Desemprego	IPCA	IGP-M	PIB
Emplacements	-0,0941	-0,6319	-0,5593	-0,2347	-0,3125	-0,0786
Produção	-0,0177	-0,7070	-0,4441	-0,3198	-0,3812	-0,0563
Exportação	0,1688	-0,4832	0,0549	-0,4025	-0,3916	-0,1168

Fonte: Resultados originais da pesquisa

A validade da aplicação da análise fatorial foi confirmada pelo teste de esfericidade de Bartlett ($\chi^2 = 51,94$; $p < 0,001$), indicando que há correlações suficientes entre os indicadores para justificar a aplicação do estudo.

De acordo com o critério de Kaiser, que recomenda a utilização de apenas fatores com autovalores maiores que 1, foram selecionados os dois primeiros fatores principais. Os dois primeiros fatores explicam juntos 66,73% da variância total dos dados, como pode-se observar na Tabela 6, sendo considerados os principais componentes da análise. O primeiro fator (Fator 1) responde por 35,25% da variância e o segundo (Fator 2) por 31,47%, demonstrando que a maior parcela da informação contida pelo conjunto de dados foi capturada por estes dois fatores.

Tabela 6 – Autovalores e Variâncias

Fatores	Autovalor	Variância (%)	Variância Acumulada (%)
Fator 1	2,12	35,25	35,25
Fator 2	1,89	31,47	66,73
Fator 3	0,92	15,35	82,08
Fator 4	0,53	8,81	90,88
Fator 5	0,40	6,59	97,47
Fator 6	0,15	2,53	100

Fonte: Resultados originais da pesquisa

As cargas fatoriais (Tabela 7) ajudam a interpretar os fatores. O Fator 1 possui altas cargas positivas para SELIC (0,71) e PIB (0,67), e cargas negativas para dólar (-0,76) e desemprego (-0,65). Isso indica que esse Fator 1 está ligado a um cenário de crescimento econômico interno, com juros mais altos, moeda mais estável e menor desocupação. O Fator 2 está fortemente associado aos índices de inflação IPCA (0,82) e IGP-M (0,88), sendo interpretado como um fator de inflação de preços ou expansão monetária.

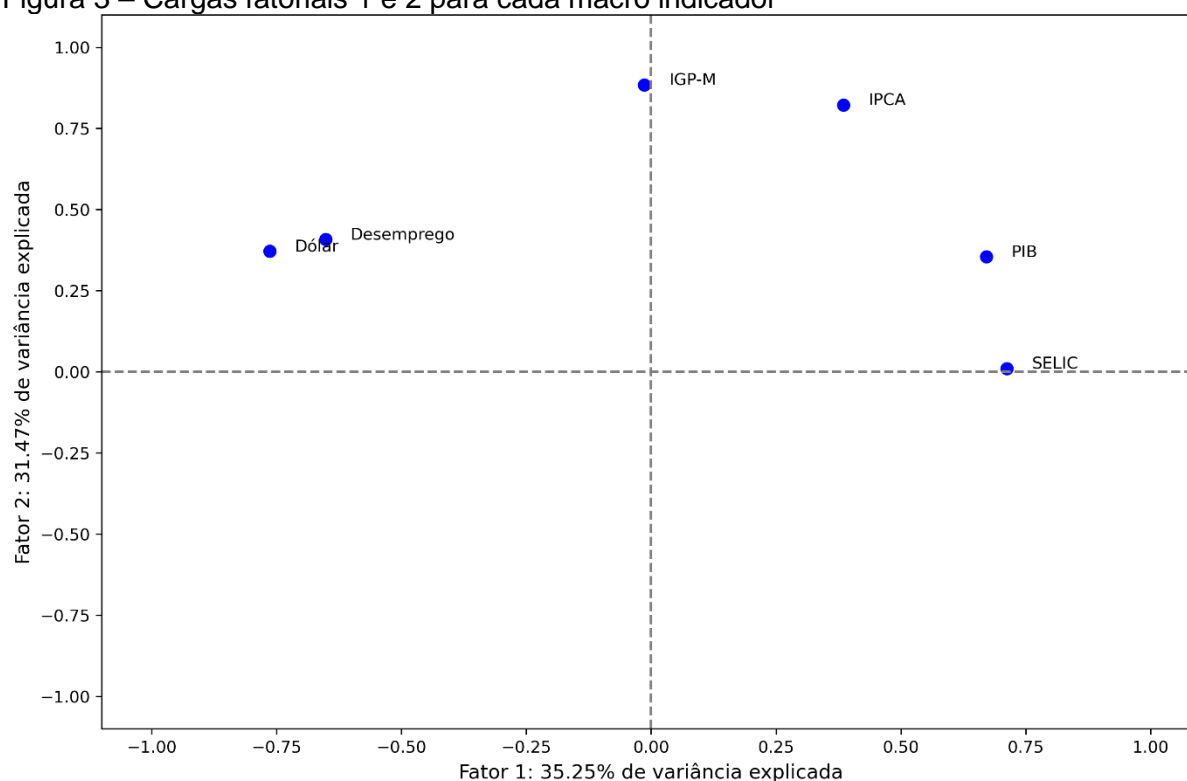
Tabela 7 – Cargas Fatoriais

Indicadores	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6
Dólar	-0,7636	0,3717	-0,2940	0,2893	0,2794	0,1748
SELIC	0,7122	0,0098	0,6062	0,2342	0,2255	0,1397
Desemprego	-0,6519	0,4080	0,5134	0,2961	-0,1710	-0,1675
IPCA	0,3854	0,8222	-0,1281	-0,1179	0,3252	-0,1986
IGPM	-0,0136	0,8844	0,1601	-0,3230	-0,2317	0,1846
PIB	0,6718	0,3543	-0,4019	0,4289	-0,2787	0,0058

Fonte: Resultados originais da pesquisa

A Figura 3 reforça a interpretação das cargas fatoriais, com SELIC e PIB posicionados em oposição ao dólar e ao desemprego no Fator 1, com a SELIC posicionada exclusivamente no Fator 1, enquanto os índices de preços sofrem maior influência do Fator 2, com destaque para o IGP-M, totalmente em linha com o Fator 2.

Figura 3 – Cargas fatoriais 1 e 2 para cada macro indicador



Fonte: Resultados originais da pesquisa

A Tabela 8 apresenta os escores fatoriais, apesar de apenas os fatores 1 e 2 serem mantidos na criação do ranking final, pode-se observar os escores dos outros fatores. Esses escores ajudam a identificar os fatores predominantes em cada indicador e a interpretar as relações entre as variáveis macroeconômicas.

Tabela 8 – Escores Fatoriais

Indicadores	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6
Dólar	-0,3610	0,1968	-0,3192	0,5475	0,7068	1,1524
SELIC	0,3367	0,0052	0,6582	0,4433	0,5705	0,9211
Desemprego	-0,3082	0,2161	0,5574	0,5604	-0,4326	-1,1039
IPCA	0,1822	0,4354	-0,1391	-0,2232	0,8227	-1,3095
IGP-M	-0,0064	0,4683	0,1738	-0,6113	-0,5863	1,2169
PIB	0,3176	0,1876	-0,4363	0,8118	-0,7050	0,0380

Fonte: Resultados originais da pesquisa

As comunalidades (Tabela 9) indicam a proporção da variância explicada pelos fatores em cada variável. IPCA (0,82) e IGP-M (0,78) são melhores explicados, seguidos do dólar (0,72) e desemprego (0,59), com a SELIC (0,51) apresentando as maiores perdas de informação, após a redução da dimensionalidade.

Tabela 9 – Comunalidades para cada indicador após redução de dimensionalidade

Valor	Dólar	SELIC	Desemprego	IPCA	IGP-M	PIB
Comunalidades	0,7212	0,5073	0,5915	0,8245	0,7823	0,5769

Fonte: Resultados originais da pesquisa

Os escores fatoriais permitiram construir um ranking de desempenho macroeconômico anual. A Tabela 10 compara os valores médios dos indicadores e do setor automotivo entre os 5 anos melhor ranqueados (1996, 2002, 1999, 2003, 2021) e os 5 piores (2023, 2020, 2019, 2018 e 2017).

Tabela 10 – Comparativo entre valores médios dos indicadores dos 5 primeiros e 5 últimos anos do ranking

Indicador	Média dos 5 primeiros no ranking	Média dos 5 últimos no ranking
Dólar (R\$)	2,84	4,19
SELIC (% a.a.)	19,99	7,62
Desemprego (% a.a.)	10,83	11,79
IPCA (% a.a.)	10,08	4,03
IGPM (% a.a.)	16,22	6,86
PIB (% a.a.)	15,09	5,35
Veículos emplacados	1.602.955,2	2.392.216,4
Veículos produzidos	1.695.974	2.580.431
Veículos exportados	271.480,6	511.363,6
Ranking normalizado	0,83	0,11

Fonte: Resultados originais da pesquisa

A Tabela 11 reforça a análise da relação inversa entre os valores do ranking para cada ano com os principais dados do setor automotivo, demonstrada na Tabela 10. Todas as correlações de Pearson obtidas, entre emplacamentos, exportação e produção de veículos

com o ranking, são negativas, indicando que anos com melhor desempenho no ranking apresentaram com resultados mais fracos no setor automotivo.

Tabela 11 – Correlação de Pearson entre o ranking obtido e os dados automotivos

Indicador	Emplacamentos	Produção	Exportação
Correlação	-0,324	-0,413	-0,485

Fonte: Resultados originais da pesquisa

A exportação de veículos apresentou a correlação mais negativa (-0,485), o que sugere maior sensibilidade deste indicador às variações macroeconômicas agregadas. A produção de veículos (-0,413) apareceu com correlação intermediária, refletindo a influência tanto da demanda externa quanto interna. Os emplacamentos, embora também negativamente correlacionados (-0,324), mostraram menor sensibilidade relativa, sendo possivelmente afetados por políticas internas específicas voltadas ao estímulo do consumo, como redução de impostos e facilitação do crédito.

Portanto, esse ranking não representou, necessariamente, uma classificação de “melhores anos”, do ponto de vista econômico geral, considerando que nem todos os indicadores macroeconômicos são positivos quando elevados, como inflação e juros. Além de que, o ranqueamento obteve correlação inversa ao número de veículos produzidos, emplacados e exportados. Apesar de os anos melhor ranqueados apresentarem PIB mais alto, também demonstraram taxas maiores de inflação e juros, o que pode indicar contextos de crescimento econômico insustentável, impulsionados por políticas fiscais expansionistas ou impactos de cenários econômicos temporários.

Por outro lado, os anos com escores mais baixos revelaram menor crescimento econômico, mas também exibiram juros e inflação reduzidos. Nesses períodos, observou-se maior atividade no setor automotivo, com aumento na produção, exportação e emplacamentos de veículos. Nesse contexto, alguns padrões podem ser identificados, como o impacto da SELIC, sugerindo que um custo de crédito mais alto pode prejudicar o consumo interno, impactando negativamente os emplacamentos, como observado nos anos com maior inflação e juros.

Os níveis de correlações obtidos, e a inversão observada entre os rankings macroeconômicos e os resultados do setor automotivo, reforçam a complexidade dessa indústria, cuja dinâmica é influenciada não apenas pelas variáveis macroeconômicas, mas também por medidas institucionais e políticas setoriais específicas, além de contextos econômicos externos. Políticas voltadas ao estímulo do consumo, como a redução do IPI ou a expansão do crédito, podem impulsionar o setor mesmo em um ambiente macroeconômico adversos. Assim como, eventos globais como crises financeiras, pandemias ou alterações no

comércio internacional (como tarifas de importação e exportação) podem influenciar significativamente os indicadores macroeconômicos e a performance do setor automotivo. Portanto, a dinâmica da indústria envolve tanto forças internas quanto forças externas e intervenções institucionais, não sendo guiado exclusivamente pela condição macroeconômica agregada.

Ressaltam-se, no entanto, algumas limitações importantes desta pesquisa. O estudo considerou um conjunto restrito de variáveis macroeconômicas, deixando de incorporar fatores relevantes que podem influenciar diretamente a dinâmica do setor. Além disso, foram utilizados dados anuais, o que limita a detecção de variações sazonais e efeitos de curto prazo. A abordagem estatística adotada baseou-se em correlações, não sendo possível estabelecer relações de causalidade entre os indicadores analisados. Também não houve segmentação por tipo de veículo ou por região geográfica, o que pode ocultar comportamentos distintos dentro do mercado automotivo nacional. E a interpretação dos escores fatoriais exige cautela, uma vez que esses não possuem um significado econômico direto e dependem da análise da composição dos fatores.

Conclusão

Este estudo teve como objetivo analisar os impactos de indicadores macroeconômicos sobre o desempenho do mercado automotivo brasileiro no período de 1996 a 2023, por meio de estatísticas descritivas, correlações e análise fatorial por componentes principais (PCA). Foram analisadas variáveis como dólar, taxa SELIC, desemprego, IPCA, IGP-M e PIB, comparadas aos volumes anuais de veículos emplacados, produzidos e exportados.

Os resultados mostraram que a taxa SELIC e o desemprego apresentaram correlações negativas com a produção e o emplacamento de veículos, indicando que juros mais altos, e aumento do desemprego, reduzem o consumo e afetam diretamente o setor. A aplicação da PCA condensou os dados em dois fatores principais, explicando 67% da variância total. Os escores fatoriais obtidos atuaram como medidas de intensidade e variação dos indicadores ao longo do tempo, mas não caracterizaram desempenho econômico positivo ou negativo, explicitamente. Apesar disso, o ranking anual gerado revelou que, em anos com maiores escores, o desempenho do setor automotivo foi inferior, enquanto anos com menores escores apresentaram maiores volumes para o setor. Considerando a perspectiva de que a intensidade de indicadores como inflação e juros, representados por IPCA, IGP-M e SELIC, pode ser associada a desequilíbrios econômicos, prejudicando o setor automotivo, os resultados corresponderam ao observado para os anos com maiores escores, que exibiram elevados valores de juros e inflação.

Conclui-se, assim, que o mercado automotivo brasileiro responde a uma complexa interação entre variáveis macroeconômicas internas e externas, e medidas de política econômica. A análise de indicadores macroeconômicos deve considerar seu contexto e efeitos específicos. Ferramentas como a análise fatorial por componentes principais se mostram úteis para sintetizar cenários complexos, desde que corretamente interpretadas. Ressalta-se, também, as limitações da pesquisa, que considerou um número restrito de variáveis, utilizou-se de dados anuais e não incluiu segmentações por tipo de veículo ou região, além de que a metodologia baseada em correlações não permite inferir causalidade. Para estudos futuros, sugere-se a incorporação de variáveis como crédito ao consumidor, renda média, carga tributária sobre veículos e incentivos fiscais. Também seria interessante aplicar a metodologia a séries segmentadas por tipo de veículo ou região geográfica, bem como explorar modelos mais robustos de causalidade econômica.

Referências

Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores [ANFAVEA]. 2025. Séries mensais, a partir de janeiro/1957, de autoveículos por segmento (automóveis, comerciais leves, caminhões, ônibus, total) de produção; emplacamento de nacionais, importados e total; exportações em unidades. Disponível em: <https://anfavea.com.br/docs/SeriesTemporais_Autoveiculos.xlsm>. Acesso em: 10 mar. 2025.

Biggs, J.; Madnani, N. 2024. FactorAnalyzer: A Python module to perform exploratory & confirmatory factor analyses. Educational Testing Service. Versão 0.5.1. Disponível em: <<https://pypi.org/project/factor-analyzer/>>. Acesso em: 15 mar. 2025.

Fávero, L. P.; Belfiore, P. 2017. Manual de análise de dados - estatística e modelagem multivariada com Excel, SPSS e Stata. 1ed. Elsevier Editora Ltda, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Frainer, D. M. 2010. A Estrutura e a Dinâmica da Indústria Automobilística no Brasil. Tese de Doutorado em Economia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, Brasil.

Instituto de Energia e Meio Ambiente [IEMA]. 2021. Transição da indústria automotiva brasileira: Desafios e perspectivas para uma conversão alinhada à mobilidade inclusiva e de baixas emissões. Fundação Rosa Luxemburgo, São Paulo, SP, Brasil.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada [IPEA]. 2025. Ipeadata: sistema de séries temporais econômicas. Brasília, DF, Brasil. Disponível em: <<https://www.ipeadata.gov.br/>>. Acesso em: 10 mar. 2025.

Borelli, Luan. 2023. ipeadatapy: acesso a séries temporais do Ipeadata com Python. Versão 0.1.9. Disponível em: <<https://github.com/luanborelli/ipeadatapy>>. Acesso em: 10 mar. 2025.

Kaiser, H. F. 1974. An index of factorial simplicity. Psychometrika, Greensboro, v. 39, n. 1, p. 31-36.

Luedemann, M. D. S. 2003. Transformações na indústria automobilística mundial: o caso do complexo automotivo no Brasil - 1990-2002. Tese de Doutorado em Geografia Humana. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Matos, D. A. S.; Rodrigues, E. C. 2019. Análise fatorial Metodologias. ENAP, Brasília, DF, Brasil.

Paixão, Ivan de Andrade. 2013. A economia brasileira perante a crise internacional de 2008. Dissertação de Mestrado em Economia. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Pandas Development Team. 2024. pandas: powerful data structures for data analysis. Versão 2.2.3. Disponível em: <<https://pandas.pydata.org/>>. Acesso em: 25 fev. 2025.

Python Software Foundation. 2023. Python: linguagem de programação. Versão 3.12. Disponível em: <<https://www.python.org/>>. Acesso em: 25 fev. 2025.

Spyder Development Team, 2025. Spyder: Scientific Python Development Environment. Versão 6.0.5. Disponível em: <<https://www.spyder-ide.org/>>. Acesso em: 25 fev. 2025.