TEXTO PARA DISCUSSÃO

2705

CICLO DE NEGÓCIOS E INCERTEZAS: AVALIANDO O COMPORTAMENTO E AS PERSPECTIVAS DA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA DIANTE DA CRISE PANDÊMICA DA COVID-19 NO BRASIL

GERLANE GONÇALVES DE ANDRADE

ADMIR ANTONIO BETARELLI JUNIOR

CARLOS ALBERTO GONÇALVES DA SILVA

WESLEM RODRIGUES FARIA

ipea

TEXTO PARA DISCUSSÃO

2705

Rio de Janeiro, outubro de 2021

CICLO DE NEGÓCIOS E INCERTEZAS: AVALIANDO O COMPORTAMENTO E AS PERSPECTIVAS DA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA DIANTE DA CRISE PANDÊMICA DA COVID-19 NO BRASIL[1]

GERLANE GONÇALVES DE ANDRADE[2]
ADMIR ANTONIO BETARELLI JUNIOR[3]
CARLOS ALBERTO GONÇALVES DA SILVA[4]
WESLEM RODRIGUES FARIA[5]

1. A análise feita neste trabalho se deu entre janeiro de 2015 e julho de 2020, mensalmente, de maneira que a elaboração deste texto não leva em conta dados a partir deste período.

2. Pesquisadora do Programa de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional (PNPD) na Diretoria de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais (Dinte) do Ipea; e doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora (PPGE/UFJF). *E-mail*: <gerlane.andrade@ipea.gov.br>.

3. Professor do PPGE/UFJF. *E-mail*: <admir.betarelli@ufjf.edu.br>.

4. Professor sênior colaborador do Departamento de Engenharia de Produção do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ); e professor visitante do Programa de Pós-Graduação em Ciências Econômicas da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (PPGCE/Uerj). *E-mail*: <gon7silva@gmail.com>.

5. Professor do PPGE/UFJF. *E-mail*: <weslem.faria@ufjf.edu.br>.

Governo Federal

Ministério da Economia
Ministro Paulo Guedes

ipea **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**

Fundação pública vinculada ao Ministério da Economia, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiros – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente
CARLOS VON DOELLINGER

Diretor de Desenvolvimento Institucional
MANOEL RODRIGUES JUNIOR

Diretora de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia
FLÁVIA DE HOLANDA SCHMIDT

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas
JOSÉ RONALDO DE CASTRO SOUZA JÚNIOR

Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais
NILO LUIZ SACCARO JÚNIOR

Diretor de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura
ANDRÉ TORTATO RAUEN

Diretora de Estudos e Políticas Sociais
LENITA MARIA TURCHI

Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais
IVAN TIAGO MACHADO OLIVEIRA

Assessor-chefe de Imprensa e Comunicação
ANDRÉ REIS DINIZ

OUVIDORIA: http://www.ipea.gov.br/ouvidoria
URL: http://www.ipea.gov.br

Texto para Discussão

Publicação seriada que divulga resultados de estudos e pesquisas em desenvolvimento pelo Ipea com o objetivo de fomentar o debate e oferecer subsídios à formulação e avaliação de políticas públicas.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2021

Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.- Brasília : Rio de Janeiro : Ipea , 1990-

ISSN 1415-4765

1.Brasil. 2.Aspectos Econômicos. 3.Aspectos Sociais. I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

CDD 330.908

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos). Acesse: http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério da Economia.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

JEL: C22; C32; L62; O12; O18; I19.
DOI: http://dx.doi.org/10.38116/td2705

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO 6

2 UM PANORAMA DO SETOR AUTOMOTIVO BRASILEIRO 9

3 METODOLOGIA 12

4 RESULTADOS E ANÁLISES 16

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 24

REFERÊNCIAS 26

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR 29

APÊNDICE A 31

APÊNDICE B – TESTES ESTATÍSTICOS 35

SINOPSE

As incertezas e os efeitos econômicos após a eclosão da Covid-19 geraram sérias preocupações sobre as condições de negócios do setor automobilístico no Brasil. Este estudo analisa o comportamento da demanda e oferta de automóveis e comerciais leves na conjuntura brasileira, antecedente à crise pandêmica, para, em seguida, apontar como esse tipo de atividade produtiva reagiria aos choques inesperados no período inicial da eclosão da Covid-19 no país. Para tanto, a análise procedeu a partir de um modelo de vetor autorregressivo (VAR) com funções de resposta ao impulso e decomposição da variância dos erros de previsão. Os resultados conclusivos sinalizam que o crédito, a renda, o preço e o imposto influenciam as condições de negócios do setor no curto prazo. Não obstante, as flutuações geradas pelos choques de demanda ou de oferta são momentâneas e o setor tipicamente retorna à tendência estacionária em um período de cinco meses. Nessa variante, a análise sugere que a atividade automotiva possui uma capacidade de recuperação rápida para a tendência mesmo diante de um eventual choque adverso de ciclo de negócios como o do período pandêmico da Covid-19. O tempo dessa convergência pode ser encurtado por políticas creditícias e de redução de impostos, bem como com as novas tecnologias de automação e eletrificação da indústria automotiva.

Palavras-chave: ciclo de negócios; Covid-19; setor automotivo; modelo VAR.

ABSTRACT

The uncertainties and economic effects after the outbreak of Covid-19 raised major concerns about the business conditions of the Brazilian automotive sector. This study contributes to this debate in course and analyzes the demand and supply of automobiles and light commercial vehicles in the Brazilian conjuncture, preceding the pandemic crisis, and then points out how this type of productive activity would react to unexpected shocks in the initial period of the outbreak of Covid-19 in the country. To accomplish this tasks, we applied a vector auto-regressive (VAR) model with functions of impulse response and decomposition of the variance of the forecast errors. The main findings suggest that credit, income, price and tax influence the business conditions of the sector in the short term. Nevertheless, the fluctuations generated by demand or supply shocks are momentary and the sector typically returns to a stationary trend over a period of five months. In this variant, the analysis suggests that the automotive activity has a capacity for quick recovery for the trend even in the face of an eventual adverse shock of the business cycle such as that of the pandemic period of Covid-19. This convergence time can be shortened by credit and tax reduction policies, as well as the new automation and electrification technologies in the automotive industry.

Keywords: business cycle; Covid-19; automotive industry; model VAR.

1 INTRODUÇÃO

As consequências econômicas da crise pandêmica da Covid-19 são derivadas de fatores diretamente relacionados à septicemia da doença e às medidas preventivas e de controle a fim de evitar o contágio e a propagação exponencial do vírus (Mellan *et al.*, 2020). De um lado, a oferta de bens e serviços sofreu redução em virtude da morbidade e mortalidade de trabalhadores, do fechamento de escolas e do ajuste na hora/trabalho em função da mudança não programada no ambiente do lar (*home office*), assim como do receio dos trabalhadores devido às incertezas do vírus e à ausência de imunização (Mckibbin e Fernando, 2020). Essas alterações elevaram os custos de insumos no processo produtivo (Melo, 2013), uma vez que as relações de trabalho, produção e capital se transformaram em face do choque cíclico da crise, especialmente em setores intensivos em trabalho. De outro lado, a incerteza e o risco de perda de renda e empregos a partir da crise pandêmica afetaram as preferências das famílias, que passaram a comprar bens considerados essenciais, como saúde e alimentos, e suspenderam a demanda por bens de consumo, supérfluos ou duráveis, como automóveis e utilitários (Produção..., 2020).

Dessa maneira, em geral, as incertezas, a queda na demanda interna e a mudança na razão capital-trabalho afetaram o ciclo de negócios do setor automotivo no Brasil. Nesse cenário adverso, as empresas do setor revisam o planejamento de produção e a folha de pagamento dos funcionários a fim de minimizar os custos de insumos em conformidade com a queda do nível do capital de giro no período da crise. Esse ajustamento, no entanto, é penoso para a economia brasileira, tendo em vista que a atividade automobilística é intensiva em trabalho, geradora de empregos formais e classificada como um setor-chave na economia. A sua cadeia produtiva envolve fornecedores produtivos da indústria, que proveem desde máquinas e equipamentos até eletrônicos, elétricos e siderúrgicos, por exemplo. A tecnologia automotiva como um sistema abrange não apenas a produção industrial de automóveis mas também a infraestrutura e superestrutura associada ao seu uso, manutenção e reciclagem parcial (Orsato e Wells, 2007). O estimulo à automação e eletrificação da indústria automotiva com novas tecnologias deve continuar mesmo com eventuais atrasos gerados pela crise da Covid-19. Destarte, a nova conjuntura mundial para veículos mais seguros e menos poluentes

contribui para a continuidade de políticas como o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve),[1] o Euro 6,[2] e o programa Rota 2030.[3]

Os cenários futuros para eletrificação de veículos continuaram na mesma direção, mas a velocidade para o aporte nos investimentos a carros eletrificados será modificada no Brasil e nos demais países com a mesma conjuntura de carros menos poluentes. Há uma tendência global para novas tecnologias, mas esses investimentos serão postergados. Os veículos elétricos no Brasil só serão efetivados se houver subsídios, pois a produção de carros elétricos é mais dispendiosa. Se comparados com carros a combustão de etanol, os veículos elétricos ficam em desvantagem por serem mais onerosos do que aqueles à base de energia de etanol, sobre os quais o Brasil detém pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) (Sugayama e Negrelli, 2015). Assim, para se manter no mercado brasileiro, os veículos elétricos só são vantajosos devido à nova conjuntura mundial de eletrificação dos carros e eficiência energética.

No Brasil, dados mais atuais mostram que a atividade automotiva representou 18% da produção na indústria de transformação e 3% do produto interno bruto (PIB) em 2017. Em termos de empregos diretos e indiretos, estes correspondem a 1,3 milhão de pessoas empregadas em 2019. Além disso, o mercado brasileiro ocupa a oitava posição na produção mundial de autoveículos há vinte anos. O setor compreende 65 empresas instaladas no país, distribuídas entre 43 municípios em dez Unidades da Federação (UFs). Esse setor industrial apresenta uma capacidade instalada para produzir 5,05 milhões de autoveículos por ano (Anfavea, 2020).

Em razão da sua importância econômica, desde 1945, a indústria automotiva esteve inserida nas estratégias de industrialização ou nas políticas anticíclicas de demanda e renda real no país – por exemplo, redução do Imposto sobre os Produtos Industrializados (IPI),

1. O Proconve inclui normas sobre a emissão de poluentes para automóveis (Brasil, 2018b). Disponível em: <https://bit.ly/2WFoI5A>.

2. Trata-se de um conjunto de normas sobre emissão de poluentes para motores *diesel*, baseado no Proconve P8 e regulado pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), com métricas europeias (Brasil, 2018a).

3. A nova política automotiva foi assinada pelo governo federal em 8 de novembro de 2018 e publicada em 11 de dezembro do mesmo ano, sob a Lei nº 13.755/2018, que institui o programa Rota 2030. Disponível em: <https://bit.ly/3mlZNrg>.

aumento de crédito e incentivos fiscais entre 2008 e 2011. Com a crise da Covid-19, as empresas do setor automotivo renegociaram contratos vigentes, postergaram investimentos e suspenderam trabalhos formais ou até mesmo romperam contratos trabalhistas temporários (Curcio, 2020). Desde maio de 2020, algumas medidas como a prorrogação do Proconve e um pacote de crédito no valor de R$ 40 bilhões estão sendo negociadas entre o governo e os fabricantes para recuperação da indústria. Esse montante proposto seria dividido pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) (25%) e pelos bancos privados (75%) a fim de fornecer auxílio financeiro aos custos de produção da indústria automotiva brasileira. As montadoras sugerem que os créditos tributários que possuem com os governos estaduais e federal sejam usados como garantia de financiamentos, mas o BNDES considerou que essa sugestão apresenta alto risco para o banco (Telles, 2020). Não obstante, mesmo com a implementação dessas medidas creditícias ainda em 2020, a retomada da demanda no setor é incerta, podendo também depender de uma nova medida de redução do IPI ou crédito de consumo, como ocorrido no final dos anos 2000.

Para contribuir com o debate em curso sobre políticas atenuantes para o setor, este *Texto para Discussão* avalia como a oferta e a demanda da indústria automotiva se comportaram no período antes da crise pandêmica, levando em conta os principais instrumentos de políticas para o setor. Mais precisamente, essa análise permite avaliar a reação e trajetória da demanda e oferta do setor em todos os meses entre janeiro de 2012 e fevereiro de 2020. Os resultados dessa análise possibilitam identificar de que forma a atividade automotiva no país responde aos choques de certas propostas políticas ou choques inesperados na conjuntura vigente da Covid-19 a partir de março de 2020. Para tanto, aplica-se um modelo de vetor autorregressivo (VAR) e realiza-se uma análise sobre as elasticidades da oferta e demanda automotiva, as funções de resposta a impulso e a decomposição da variância dos erros de previsão. Em geral, alguns estudos aplicados têm avaliado os efeitos econômicos da Covid-19 na economia e no comércio internacional.[4]

Além desta introdução, este estudo é composto por mais quatro seções. A segunda seção analisa brevemente o setor automotivo brasileiro e as políticas públicas para a área.

4. Ver, por exemplo, Barrero, Bloom e Davis (2020), Ribeiro *et al.* (2020), OMC (2020), Mellan *et al.* (2020), Gourinchas (2020), Eichenbaum, Rebelo e Trabandt (2020) e Bonadio *et al.* (2020).

A terceira seção apresenta a metodologia, baseada em modelo de oferta e demanda, a saber, o modelo setorial automotivo brasileiro. Por seu turno, a quarta seção discorre sobre os resultados estimados. Por fim, a quinta seção apresenta as conclusões e comentários finais sobre a pesquisa.

2 UM PANORAMA DO SETOR AUTOMOTIVO BRASILEIRO

A mudança no perfil da indústria automobilística internacional para abranger outros mercados aconteceu ao mesmo tempo em que havia um processo de política nacional de abertura econômica no Brasil na década de 1990. A competitividade, a visão global e o mercado limitado nos países desenvolvidos, concomitantemente com as estratégias das indústrias relacionadas ao *global sourcing*[5] em países com menores custos, contribuíram para inserção das fábricas no Brasil. Paralelamente, a política econômica com a barreira tarifária e o incentivo governamental para atração de investimento externo colaborou para a escolha do mercado brasileiro (Gitahy e Bresciani, 1998).

O processo de reestruturação das montadoras com o intuito de expandir a produção geograficamente alterou o mercado, estimulou a indústria automobilística brasileira e estimulou novas políticas industriais. A indústria automotiva nacional enfrentou vários regimes industriais até o período vigente. Em meados dos anos 1990, o Regime Automotivo Brasileiro (RAB)[6] favoreceu as importações vinculadas às indústrias automobilísticas e as *newcomers*[7] (Andrade e Rodrigues, 2014). No final dos anos de 2000, a redução do IPI e o aumento do crédito para demanda ao setor automotivo foram adotados como medidas anticíclicas à crise do *subprime* americana (Barros e Pedro, 2011). Já entre 2011 e 2014, o programa Brasil Maior buscou a manutenção e prorrogação dos incentivos fiscais a veículos novos, a fim de

5. *Global sourcing* é o fornecimento global de insumos e peças com menores preços, principalmente de autopeças, não importando a região geográfica (Gitahy e Bresciani, 1998).

6. O RAB vigorou de dezembro de 1995 até final de 1999. Havia tarifas diferenciadas para importações das montadoras internas e incentivos específicos para as indústrias automobilísticas e fabricantes de autopeças já instaladas no país e para as que viessem a investir (Andrade e Rodrigues, 2014).

7. Segundo Hollanda Filho (2003), eram consideradas *newcomers* as novas empresas e/ou fábricas que ampliassem seu capital instalado e investissem em novos modelos de veículos ou construíssem novas fábricas no país.

aumentar a competitividade da indústria nacional. No primeiro trimestre de 2012, foi criado o Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores (Inovar-Auto), para ter vigência de 2012 a 2017. Contudo, o período de vigência do programa foi interrompido antecipadamente em setembro de 2017 pela Organização Mundial do Comércio (OMC), por configurar práticas protecionistas, sob pleito da União Europeia e do Japão (Sturgeon, Chagas e Barnes, 2017). O problema do Inovar-Auto estava na restrição de conteúdo local (Andrade, Ugolini e Silva, 2019). A estratégia do governo foi substituí-lo pelo vigente programa Rota 2030.

A nova política automotiva, Rota 2030, foi publicada em 11 de dezembro de 2018 (Lei nº 13.755/2018). O objetivo do programa foi alinhar o produto nacional ao padrão dos grandes polos globais, com o propósito de ampliar as exportações de veículos e autopeças, sob a Lei do Bem (Lei nº 11.196, de 21 de novembro de 2005),[8] porém com previsão de créditos a serem usados em quinze anos.[9] O regime estabelece requisitos obrigatórios para a comercialização de veículos no Brasil e dispõe sobre o regime tributário de autopeças não produzidas no país.

As novas diretrizes do programa priorizam a eficiência energética, o aumento dos investimentos em P&D, bem como a produção de novas tecnologias. O diferencial está na P&D e nas concessões de tributações, por exemplo, créditos tributários de até 12,5% dos dispêndios realizados no país em P&D, que poderão ser usados no abatimento do IRPJ e da Contribuição Social sobre Lucro Líquido (CSLL), e reduções das alíquotas do IPI em, no mínimo, 3 pontos percentuais (p.p.) para as empresas que participarem do programa e para carros híbridos e elétricos.[10]

O modelo de negócio de toda a cadeia automotiva brasileira está em rápida transformação, e os fabricantes precisam cumprir as ousadas metas de eficiência energética (Proconve, Euro 6, por exemplo). Este processo, entretanto, foi interrompido pela adversidade da Covid-19.

8. "Em seu capítulo III, regulamentado pelo Decreto nº 5.798, de 7 de junho de 2006, criou benefícios fiscais à inovação tecnológica, dentre os quais destacam-se: dedução, na apuração do Imposto de Renda devido, dos dispêndios com P&D [pesquisa e desenvolvimento] (...); exclusão, na determinação do lucro real para cálculo do IRPJ [Imposto de Renda da Pessoa Jurídica] e da base de cálculo da CSLL, do valor correspondente a até 60% da soma dos dispêndios efetuados com P&D". Disponível em: <https://bit.ly/3j7sTKI>.

9. Disponível em: <https://bit.ly/3mlZNrg>.

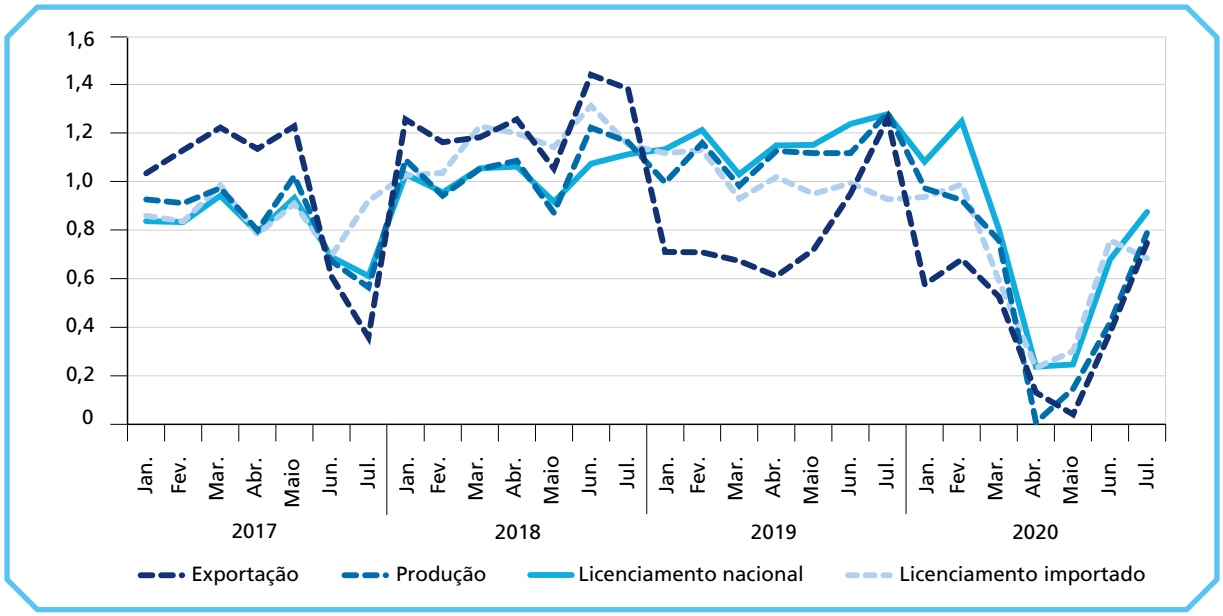
10. Disponível em: <https://bit.ly/3mlZNrg>.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o setor automotivo nos quatro primeiros meses de 2020 teve uma redução de 38,9% na fabricação de automóveis, em comparação com 2019 (Produção..., 2020). O período de março a maio de 2020 foi especialmente impactante para o setor. A produção de automóveis e comerciais leves foi zerada em abril com a paralisação das fábricas, tendo uma baixa recuperação em maio. Relativamente, as exportações se reduziram em 90% entre abril e maio de 2020, mas já apresentavam queda desde 2019 com a crise da Argentina, tendo a Covid-19 agravado esta perda (gráfico 1).

GRÁFICO 1

Média relativa da quantidade de automóveis produzidos, exportados e licenciados (2017-2020)

(Em %)



Fonte: Anfavea (2020).
Elaboração dos autores.

As estratégias das empresas automobilísticas se diferenciaram nos últimos quinze anos diante das crises econômicas. Por exemplo, em 2008, na crise do *subprime* americana, o Brasil teve um papel importante na recuperação orçamentária das fábricas, em contraste com a cadeia global automobilística, com envio de dinheiro oriundo das indústrias automotivas brasileiras para recuperação das matrizes multinacionais no exterior. Já na recessão de 2015 e 2016, as multinacionais exteriores enviaram verbas para recuperação das indústrias no Brasil.

No panorama da Covid-19, a crise de liquidez das empresas domésticas e externas tornou o problema de caixa ainda mais complexo, levando-as à única alternativa de crédito, medida que é fomentada diferentemente por cada país e seus governos. Algumas das medidas adotadas pelas industrias automotivas brasileiras são renegociações de contratos vigentes, postergações de investimentos, suspensão de contratos de trabalho ou até mesmo rompimento de contratos trabalhistas temporários. A Renault, por exemplo, aprovou a redução de jornada de trabalho em até 70%, e antecipou o encerramento dos contratos de trezentos trabalhadores temporários em meados de maio de 2020 (Curcio, 2020).

A indústria automobilística, de um modo geral, irá passar por renovações, e nela enquadra-se a tendência para vendas *on-line* e adequação das normas sanitárias em um novo normal. Vale ressaltar que o intuito deste trabalho é avaliar o impacto econômico sobre o setor automotivo brasileiro durante a pandemia da Covid-19 e pós-Covid-19 e contribuir para, se possível, subsidiar propostas que possam influenciar a trajetória de recuperação do setor na economia após o período de isolamento.

3 METODOLOGIA

A estratégia de análise consiste na verificação da conjuntura recente do setor de automóveis e comerciais leves e avaliação da associação de algumas variáveis com o desempenho do setor em termos de número de licenciamentos e de produção. Em seguida, realiza-se uma discussão sobre a forma como o setor responde a choques inesperados, tendo em vista a recente crise econômica gerada pela pandemia da Covid-19. A análise avaliativa do setor foi realizada por meio de técnicas de séries temporais utilizando-se dados de janeiro de 2012 a fevereiro de 2020. Este último mês é justamente aquele anterior à declaração de pandemia de Covid-19 pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

Para atender a essa estratégia, primeiramente as variáveis foram testadas a fim de verificar a sua estacionariedade. Após essa etapa, aplicou-se o modelo VAR com o objetivo de obter as relações de longo prazo entre a variável dependente e as demais variáveis explicativas, como em Tcha e Kuriyama (2003). Esse modelo possibilita estimações econométricas em séries temporais com mudanças cíclicas, bem como fornece uma análise sobre a decomposição da

variância dos erros de previsão e outra sobre a função de impulso-resposta. Essas análises foram realizadas para entender como o licenciamento e a produção de automóveis e veículos leves respondem a choques inesperados nas outras variáveis de interesse.

A partir desse modelo econométrico são obtidas as elasticidades de demanda e de oferta de veículos agregados entre automóveis e comerciais leves. Em um modelo na forma funcional *log-log*, a função de demanda é definida como:

$$L_{ac_t} = a_1 + b_1\left(P_{ac_t}\right) + b_2\left(R_t\right) + b_3\left(F_{d_t}\right) + \varepsilon \tag{1}$$

Em que L_{ac_t} representa os números de registros de automóveis e comerciais leves novos nacionais; P_{ac_t}, os preços dos veículos; R_t corresponde à renda nacional real; F_{d_t} refere-se ao crédito de veículos automotores; a_1 é o intercepto; e ε denota o erro aleatório. Os sinais esperados para a função de demanda (equação 1) são: $\frac{\partial LIC_{j_t}}{\partial PC_{j_t}} < 0$; $\frac{\partial LIC_{j_t}}{\partial RI_t} > 0$; $\frac{\partial LIC_{j_t}}{\partial Cred_{j_t}} > 0$.

Por seu turno, a função de oferta de veículos é determinada como:

$$Y_{ac_t} = a_2 + c_1\left(P_{ac_t}\right) + c_2\left(IPI_t\right) + c_3\left(F_{s_t}\right) + \mu \tag{2}$$

De maneira que Y_{ac_t} representa os números de automóveis e comerciais leves produzidos no Brasil; IPI_t é o próprio imposto de automóveis; F_{s_t} é o crédito concedido à indústria automobilística; a_2 representa o intercepto; e μ é o erro aleatório. Na função de oferta (equação 2), esperam-se os sinais: $\frac{\partial PROD_{j_t}}{\partial PC_{j_t}} < 0$; $\frac{\partial PROD_{j_t}}{\partial IPI_t} < 0$ $\frac{\partial PROD_{j_t}}{\partial Cred_{j_t}} > 0$.

Como em Berry, Levinsohn e Pakes (1998), Huse e Salvo (2006), Tcha e Kuriyama (2003), Andrade, Ugolini e Silva (2019) e Vartanian e Oliveira (2020), das equações (1) e (2), tem-se que a elasticidade-preço da demanda é b_1, a elasticidade-renda da demanda é b_2, a elasticidade-crédito da demanda é b_3, a elasticidade-preço da oferta é c_1, a elasticidade-imposto da oferta é c_2, e a elasticidade-crédito da oferta é c_3.

3.1 Validação

Antes da realização das estimações, procedeu-se à avaliação da estacionariedade das séries aplicadas no modelo, considerando o logaritmo dessas séries. No sentido de verificar a ordem dos processos estocásticos das variáveis de interesse, foram utilizados os testes Dickey-Fuller Aumentado (Augmented Dickey-Fuller – ADF) (Dickey e Fuller, 1981) e DF-GLS, de Elliott, Rothenberg e Stock (1992). Além disso, foi utilizado o teste de Zivot e Andrews (1992) de raiz unitária com a presença de quebra estrutural. Para investigação de sazonalidade nas séries, realizou-se o teste de Hylleberg, Engle, Granger e Yoo (HEGY), que leva em conta a existência de ciclos e tendências. Estimou-se o modelo VAR para identificar as relações de longo prazo entre a variável dependente e as demais variáveis explicativas, que pode ser expresso da seguinte maneira:

$$X_t = \Sigma_{i=1}^{k} A_i X_{t-i} + \mu_0 + \mu_1 t + \varepsilon_t \tag{3}$$

Em que X é um vetor de variáveis endógenas com tendência estocástica de ordem k, e ε_t é independente e identicamente distribuído, $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$. Se combinações lineares entre as variáveis forem identificadas, então tem-se que os vetores de cointegração e o modelo VAR da equação (3) devem ser redefinidos em termos de um modelo vetorial de correção de erros (*vector error correction model* – VECM):

$$\Delta \boldsymbol{X}_t = \mu_0 + \mu_1 t + \Pi_k \boldsymbol{X}_{t-1} + \sum_{i=1}^{k-1} \Gamma_i \Delta \boldsymbol{X}_{t-1} + \varepsilon_t \tag{4}$$

Na equação (4), os termos Π e Γ carregam as propriedades de longo prazo e curto prazo do sistema, respectivamente, sendo que $i = 1, \ldots k - 1$. A variável k denota a ordem de defasagem dos VARs. O teste de cointegração de Johansen (1991) avalia o posto da matriz de coeficientes das variáveis em nível e defasadas em um período.

3.2 Dados

Os dados utilizados na estimação dos modelos foram compostos por séries mensais do período de janeiro de 2012 a fevereiro de 2020. A tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas das variáveis usadas no estudo.

TABELA 1
Variáveis e estatísticas descritivas

Variável	Descrição	Fonte	Média	Desvio-padrão	Máximo	Mínimo
Lac	Licenciamentos	Anfavea	231,8	57,1	405,5	132,6
Yac	Produção	Anfavea	226,7	45,5	330,7	137,4
Pac	Preço real	Ibre/FGV	112,0	10,3	128,5	98,0
R	Renda nacional real	SGS/Bacen e IBGE	245,0	45,8	340,4	167,1
Fd	Crédito para veículos automotores	SGS/Bacen	38,2	4,6	47,3	30,9
Fs	Crédito à indústria automobilística	SGS/Bacen	29,5	5,4	37,0	17,6
IPI	IPI de automóveis	RTN	378,8	116,3	733,3	130,0

Elaboração dos autores.
Obs.: Anfavea – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores; Ibre/FGV – Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getulio Vargas; Bacen – Banco Central do Brasil; SGS – Sistema Gerenciador de Séries Temporais; e RTN – Resultado do Tesouro Nacional.

A variável de demanda por veículos é representada pelo número de registros de carros novos domésticos, denominados licenciamentos (L_{ac_t}). Dados de licenciamentos foram obtidos da Anfavea, que disponibiliza dados do setor em séries históricas desde 1957 (Anfavea, 2020). A massa salarial ampliada da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD Contínua) (média móvel trimestral), por sua vez, foi utilizada como *proxy* para a renda nacional real (R_t). De Negri (1998) também utilizou aquela variável como *proxy* para a renda real disponível. Os dados de renda foram obtidos por meio do SGS/Bacen.[11]

Tanto a demanda quanto a oferta de veículos estão em função dos preços. É difícil obter um preço representativo para automóveis, uma vez que estes são diferenciados por modelos e categorias. Inclusive um mesmo modelo de veículo pode ter preços diferenciados, dependendo dos opcionais e das características. Assim, foram utilizados os preços segundo o Índice de Preços

11. Disponível em: <https://bit.ly/3gMYGiK>.

ao Produtor Amplo Oferta Global (IPA-OG) do Ibre/FGV por categoria de veículos – automóveis e comerciais leves – como *proxy* da média ponderada do preço real dos carros (P_{ac_t}).[12]

O saldo das operações de crédito de veículos automotores e o das operações de crédito da indústria automobilística foram aplicados como *proxy* de financiamento ao consumidor (F_{d_t}) e ao produtor do setor automotivo (F_{s_t}), respectivamente. Esses indicadores foram obtidos a partir do SGS/Bacen com o deflacionamento das séries nominais pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) (índice geral) do IBGE. Já a variável de oferta de veículos se refere ao número de carros produzidos (veículos montados) no Brasil (Y_{ac_t}). Os dados dessa variável também foram obtidos por meio de Anfavea (2020). Uma das principais variáveis utilizadas para caracterizar o lado da oferta (produção de automóveis) no Brasil é o IPI por automóveis (IPI_t). Tal variável foi obtida no RTN.[13] A taxa de IPI é um imposto federal sobre a produção de veículos automotores e pode ter uma relação inversa esperada com as influências fiscais à indústria automobilística. É comum o governo federal atribuir isenções fiscais de IPI a automóveis. Por exemplo, o programa Rota 2030 atribui redução fiscal, a partir do IPI, para a indústria automobilística que investe em P&D no Brasil.[14]

4 RESULTADOS E ANÁLISES

Inicialmente, analisou-se a estacionariedade das séries referente a cada variável com a finalidade de verificar a existência de raiz unitária a partir dos testes ADF, Phillips-Perron (PP) e DF-GLS. A tabela 2 reporta os resultados do teste ADF para as séries em nível e em primeira diferença, considerando as três equações de teste: sem intercepto e tendência (τ_t), sem tendência (τ_{p1}) e com intercepto e tendência (τ_{p2}). Os resultados, no caso das séries em nível, mostraram que não se rejeita a hipótese nula de presença de raiz unitária, a 1% de significância, para a variável *Pac* no teste sem intercepto e sem tendência. O teste sem tendência é estatisticamente significativo a 1% somente para o *IPI*. Por fim, não se rejeita a hipótese de raiz unitária nas séries em nível para as variáveis *Yac*, *R*, *IPI* e *Pac* com intercepto e com tendência, a 1% e 10%. Uma vez verificada a não estacionariedade das séries em nível, faz-se a análise em

12. Disponível em: <https://portalibre.fgv.br/fgv-dados>.
13. Disponível em: <https://bit.ly/3vOyngi>.
14. Disponível em: <https://bit.ly/3mlZNrg>.

primeira diferença. Os testes realizados para as séries em primeira diferença indicaram que, ao nível de significância de 1% e 5%, rejeita-se hipótese de existência de raiz unitária.

TABELA 2

Teste ADF de raiz unitária com tendência e intercepto

Variável	Descrição	Em nível			Em primeira diferença		
		τ_t	τ_{p1}	τ_{p2}	τ_t	τ_{p1}	τ_{p2}
Lac	Licenciamentos	-0,454	-1,674	-2,068	-10,841***	-10,795***	-10,738***
Yac	Produção	-0,171	-2,559	-4,173***	-13,517***	-13,446***	-13,393***
Pac	Preço real	6,643***	0,764	-3,190*	-2,531**	-8,545***	-8,577***
R	Renda nacional real	2,791	-0,996	-4,913***	-6,675***	-7,504***	-7,479***
Fd	Crédito para veículos automotores	-1,449	-0,990	-1,117	-4,406***	-4,6378***	-4,651***
Fs	Crédito à indústria automobilística	-0,097	-0,957	-0,997	-4,876***	-4,842***	-6,449***
IPI	IPI de automóveis	-0,5715	-6,428***	-6,583***	-8,978***	-8,944***	-8,880***

Elaboração dos autores.

Obs.: * Rejeição da hipótese nula a 10%; ** rejeição da hipótese nula a 5%; e *** rejeição da hipótese nula a 1%.

Para complementar a análise e conferir maior confiabilidade aos resultados, este estudo realizou outros testes de raiz unitária, quebra estrutural e sazonalidade, apresentados nas tabelas B.1 a B.3 do apêndice B. Verifica-se que os resultados do teste DF-GLS corroboram aqueles obtidos pelo teste ADF. Após a primeira diferenciação das séries com tendência e intercepto, não houve indicação da presença de raiz unitária. Pelo teste HEGY, praticamente para todas as variáveis rejeita-se a hipótese nula de raiz unitária sazonal aos níveis de significância de 1%, 5% e 10%. Por fim, os resultados do teste de Zivot-Andrews sugerem que as séries não apresentam quebra estrutural, não viesando os testes de raiz unitária. Uma vez que todas as séries tornam-se estacionárias em primeira diferença, pode-se dizer que elas seguem um processo integrado de ordem 1, ou são *I*(1).

O próximo passo executado foi o teste de cointegração de Johansen. A tabela 3 reporta os resultados pelas estatísticas do traço e do máximo autovalor. Ambos indicaram a presença de quatro vetores de cointegração significativos a 5%. Os critérios de seleção de defasagem do VAR de Schwarz (SC) e Hannan-Quinn (HQ) indicaram a defasagem de ordem zero na demanda, porém os resultados obtidos com *lag* 2 mostraram-se mais ajustados e significativos.

TABELA 3

Teste de cointegração de Johansen

Vetores de cointegração	Teste do traço				Teste do máximo autovalor			
	Demanda		Oferta		Demanda		Oferta	
	Estatística	Significância de 5%	Estatística	Significância de 5%	Estatística	Significância de 5%	Estatística	Significância de 5%
$r = 0$	119,62	47,86	121,86	54,08	57,02	27,58	55,27	28,59
$r \leq 1$	62,61	29,80	66,59	35,19	37,14	21,13	35,11	22,30
$r \leq 2$	25,46	15,49	31,47	20,26	17,90	14,26	19,40	15,89
$r \leq 3$	7,57	3,84	12,07	9,16	7,57	3,84	12,07	9,16

Elaboração dos autores.

A oferta, sob o critério HQ, indicou que a ordem do modelo VAR é o valor para a defasagem da ordem 1. No entanto, a correspondência com a teoria econômica ocorre com *lag* 2. Isso era esperado, visto que choques de preços não respondem imediatamente e exigem defasagens (tabela B.4 do apêndice B). Além disso, é importante verificar a estabilidade dos modelos. Para isso, foram utilizadas as raízes inversas características do polinômio para o modelo de demanda e o de oferta. Os testes mostraram que não há uma raiz fora do círculo unitário, de modo que se trata de modelos de demanda e de oferta que satisfazem as condições de estabilidade (gráfico B.1 do apêndice B).

A tabela 4, por seu turno, apresenta as estimativas de longo prazo. Com relação à equação de demanda, os sinais de todos os coeficientes das equações estão de acordo com aqueles esperados pelo modelo teórico, e os coeficientes das variáveis crédito (F_d) e renda real (R) são significativos a pelo menos 10%. A elasticidade-crédito estimada na demanda indica que, mantidas as variáveis renda e preço constantes, o aumento de 1% no crédito para compra de carros tende a aumentar o licenciamento em 0,93%. A elasticidade-renda estimada indica que o aumento de 1% na renda tende a aumentar o licenciamento de veículos em 3,73%, *ceteris paribus*. Em relação à oferta, tem-se que os coeficientes das variáveis crédito, IPI e preço foram significativos a pelo menos 10% e possuem sinal de acordo com o esperado. As elasticidades obtidas indicam, por exemplo, que o aumento de 1% no crédito (F_s) tende a aumentar em cerca de 1% a produção de automóveis. Essa produção, no entanto, parece ser

mais sensível aos preços. A elasticidade-preço obtida indica que o aumento de 1% nos preços dos automóveis tende a diminuir a produção em cerca de 4,4%.

TABELA 4

Estimativas dos coeficientes de longo prazo

Demanda			Oferta		
Variável	Descrição	Coeficiente	Variável	Descrição	Coeficiente
Lac	Licenciamentos	1,00	*Yac*	Produção	1,00
Pac	Preço real	-0,546 (2,846)	*Pac*	Preço real	-4,416* (2,672)
R	Renda nacional real	3,732*** (0,889)	*Fs*	Crédito à indústria automobilística	1,018** (0,485)
Fd	Crédito para veículos automotores	0,932* (0,545)	*IPI*	IPI de automóveis	-0,0475* (0,028)

Elaboração dos autores.

Obs.: 1. *** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; e * $p < 0,1$.

2. Valores entre parênteses são desvios-padrão.

3. $N = 94$ observações.

Os resultados mostram que a produção de veículos da indústria brasileira tem uma curva de oferta de longo prazo negativamente inclinada, o que é compatível com a existência de economias de escala, em consonância com o que apontaram Andrade, Ugolini e Silva (2019) e Tcha e Kuriyama (2003). Bloomfield (1978) explicou que, desde a fase inicial da história do veículo a combustão, economias de escala na produção e no mercado têm sido significativas na formação da estrutura da indústria. Desde meados dos anos 2000, a indústria automotiva no Brasil experimentou a reestruturação do parque fabril. Segundo Casotti e Goldenstein (2008), os novos investimentos são em capacidade destinada a novas unidades produtivas, na ampliação das já existentes e no desenvolvimento de novos produtos e tecnologia (P&D). O governo brasileiro tem implementado reduções de IPI para veículos eficientes energeticamente, seja com o extinto programa Inovar-Auto, seja no vigente programa Rota 2030.[15] Como resultado, as fábricas automatizadas com mais tecnologia diminuem os custos médios à medida que novos carros são produzidos. Esses fatos subentendem que é altamente provável que a indústria automotiva brasileira possa reduzir os custos médios.

Uma vez que a indústria automotiva é extremamente intensiva em capital, um aumento de investimento em bens de capital leva à maior eficiência de produção. No entanto, há dúvidas

15. Disponível em: <https://bit.ly/3mlZNrg>.

quanto aos benefícios derivados das economias de escala serem totalmente alcançados por um aumento de investimento (Tcha e Kuriyama, 2003). Outro argumento válido para a curva de oferta decrescente pode ser encontrado a partir da redução gradual das tarifas sobre as importações de veículos montados e peças de veículos automotores, ou seja, preços mais baixos das peças de veículos para carros energeticamente eficientes adotados pelo Inovar-Auto e Rota 2030 facilitariam a produção de automóveis com custos mais baixos, o que contribuiria para moldar a curva de oferta de longo prazo inclinada para baixo. A abolição dos requisitos de conteúdo local contribui também para reduzir o preço das peças de automóveis, porém, essa medida só foi adotada após a extinção do Inovar-Auto no final de 2017. Em vigência, o novo programa, Rota 2030, concede reduções tributárias no imposto de importação de autopeças sem produção nacional equivalente aos importadores que realizem dispêndio correspondente a 2% do valor aduaneiro em projetos de P&D.[16] Assim, a eliminação do requisito de conteúdo local pode ter sido um fator preponderante para a produção de veículos, tornando-se coerente para redução de custos e eficiência da indústria automotiva brasileira.

Os resultados da tabela 5 revelam que as variáveis da demanda F_d e P_{ac} são aquelas que mais explicam choques não antecipados em L_{ac}.[17] A partir de três meses, cerca de 4% da variação é explicada por F_d, chegando a cerca de 5% em doze meses. A participação de R, em contrapartida, mostrou-se constante em 1% entre o 2º e o 12º mês. O P_{ac} alcança cerca de 2% da variação explicada de L_{ac} do terceiro período até o último mês, sendo também a variável explicativa que mais explica choques não antecipados em Y_{ac}, alcançando 4% em doze meses, no que se refere à oferta.

Por seu turno, o gráfico 2 resume as respostas a choques na demanda (L_{ac}) nas suas próprias variáveis, R, F_d e P_{ac}, e na oferta (Y_{ac}), também nas próprias variáveis, F_s, IPI e P_{ac}, de acordo com as funções de impulso-resposta estimadas. Os resultados apresentaram-se em consonância com a decomposição da variância. As respostas das variáveis L_{ac} e Y_{ac} a choques nelas mesmas são maiores nos primeiros meses, decaindo no segundo mês e recuperando no quarto mês. Essa oscilação se reduz nos períodos posteriores. Já para as respostas de F_d e F_s, no primeiro caso, há crescimento até o terceiro mês e queda a partir deste ponto, enquanto no segundo caso este mesmo movimento acontece no segundo mês. A partir do

16. Disponível em: <https://bit.ly/3mlZNrg>.

17. A tabela B.5 do apêndice B apresenta os resultados para a decomposição da variância do VAR estimado.

quarto e terceiro mês, respectivamente, as respostas para essas variáveis voltam a se elevar. As variáveis *R* e P_{ac}, por sua vez, têm resposta negativa até o terceiro mês, mas já a partir do segundo, no lado da demanda, se recuperam, e a partir do terceiro mês apresentam uma leve redução e se estabilizam até o último período de análise. Para o P_{ac} na produção, a trajetória de recuperação ocorre no terceiro mês, havendo no quarto um ligeiro decréscimo, tornando-se constante a partir do sexto mês. A resposta do *IPI* é negativa até o terceiro período, tendo um tempo de resposta mais demorado, mas a partir do quarto mês a variável entra em trajetória positiva e constante até o último período de análise.

TABELA 5

Decomposição da variância dos erros de previsão de L_{ac}[1] e Y_{ac}[2]

(Em %)

Período (meses)	Demanda				Oferta			
	Lac	*R*	*Fd*	*Pac*	*Yac*	*Fs*	*IPI*	*Pac*
1	100	0	0	0	100	0	0	0
2	98	1	0	1	99	0	0	1
3	93	1	4	2	95	1	1	3
4	92	1	5	2	94	2	1	4
5	92	1	5	2	94	2	1	4
6	92	1	5	2	93	2	1	4
7	92	1	5	2	93	2	1	4
8	92	1	5	2	93	2	1	4
9	92	1	5	2	93	2	1	4
10	92	1	5	2	93	2	1	4
11	92	1	5	2	93	2	1	4
12	92	1	5	2	93	2	1	4

Elaboração dos autores.

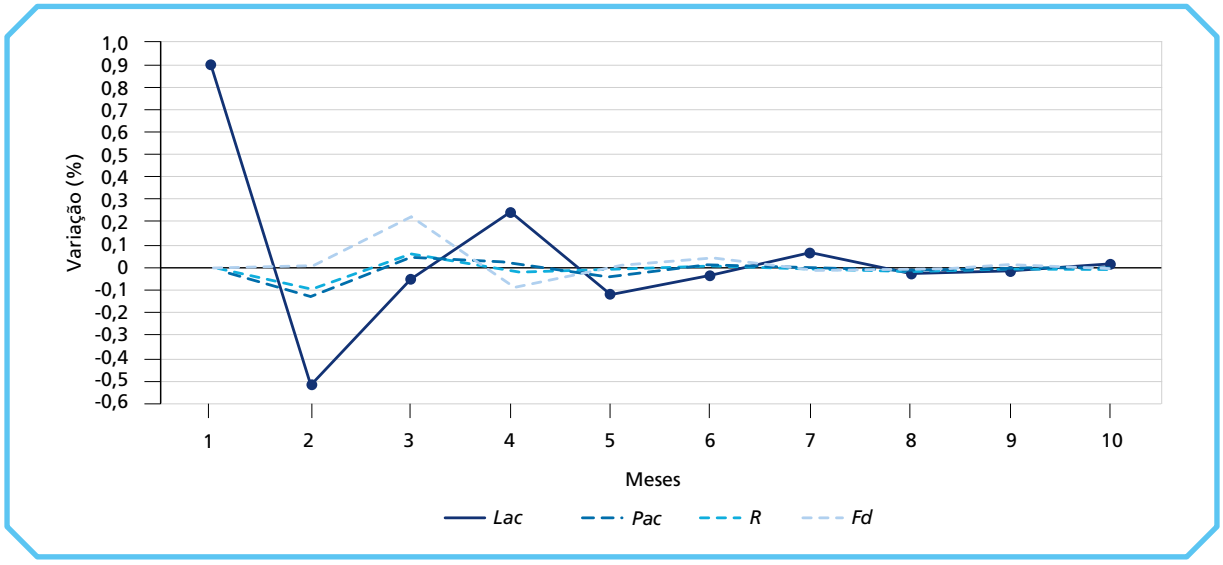
Notas: [1] Ordenação de Cholesky: *Lac*, *R*, *Fd*, *Pac*.

[2] Ordenação de Cholesky: *Yac*, *Fs*, *IPI*, *Pac*.

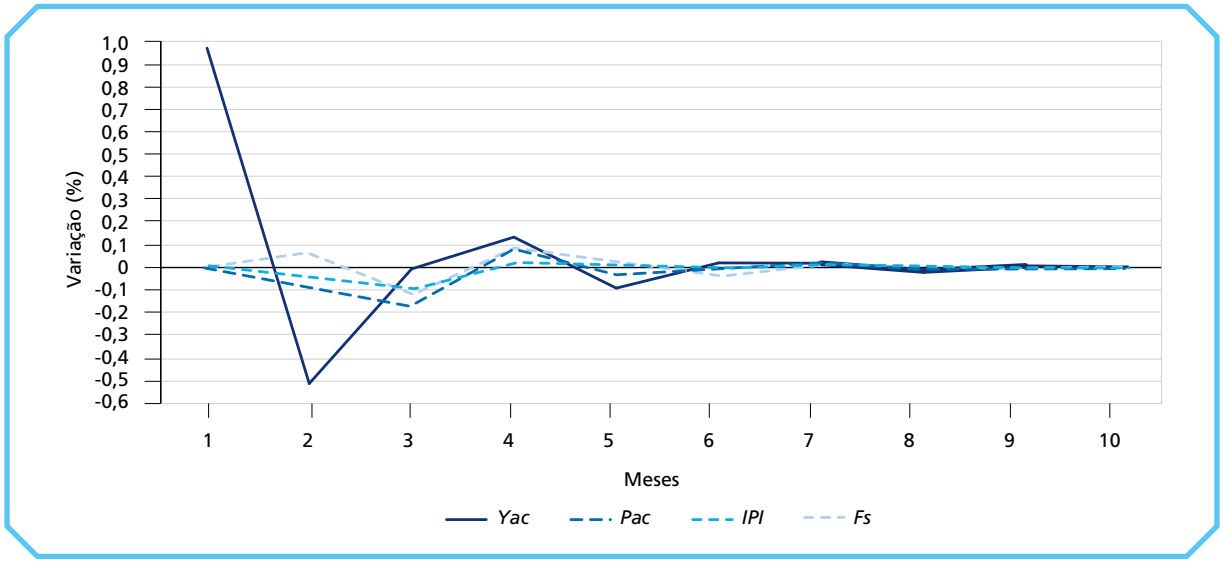
GRÁFICO 2

Brasil: respostas a choques no licenciamento e na produção de veículos

2A – Licenciamento



2B – Produção



Elaboração dos autores.

Esses resultados sugerem que o aumento dos preços tende a impactar negativamente o setor automotivo, sobretudo no curto prazo, uma vez que esse aumento está associado à redução do poder aquisitivo do consumidor, tornando o produto mais dispendioso. O crédito parece ter efeitos na aquisição de veículos e de investimentos para sua produção. O aumento do IPI, contudo, pode provocar a postergação dos investimentos nas fábricas. Tal aumento tende também a encarecer o produto final ao consumidor, reduzindo a sua demanda. Qualquer redução

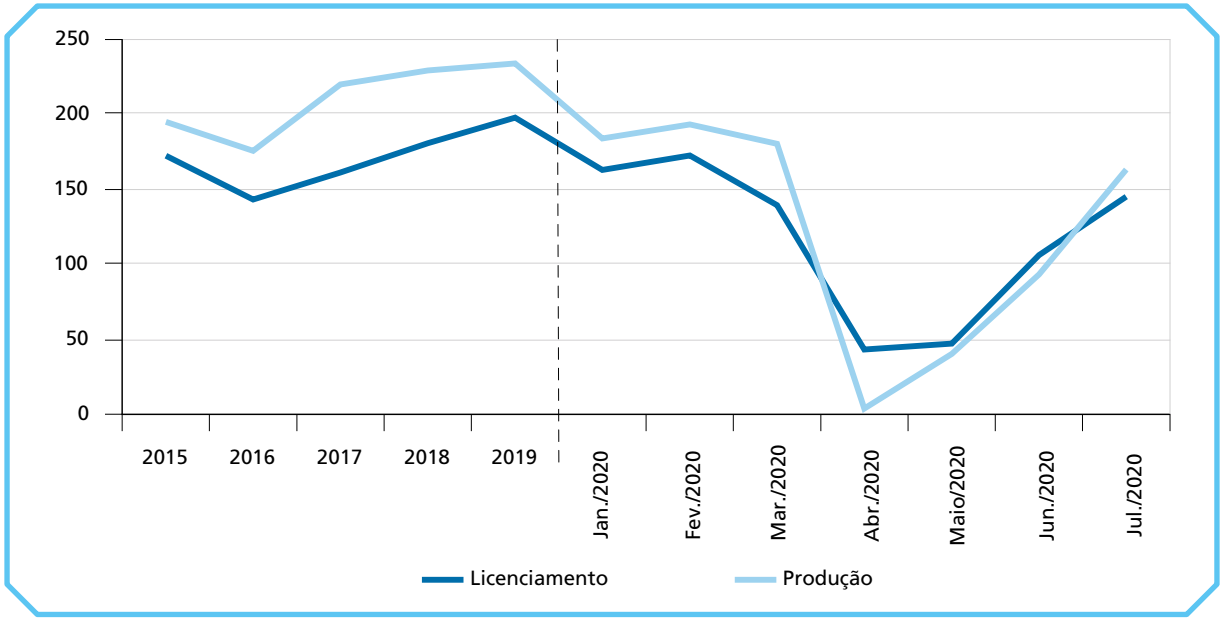
no IPI pode implicar maior investimento no setor, se for induzido por políticas industriais. Esse mecanismo, associado ao IPI, reflete as características dos novos programas automobilísticos brasileiros para o fomento de P&D, em detrimento da redução do IPI para automóveis eficientes energeticamente, com perspectivas de créditos a serem usados no longo prazo.[18]

O gráfico 3 ilustra a evolução do licenciamento e da produção de automóveis e comerciais leves de 2015 a 2020 (até julho) e indica que o desempenho médio do setor nos últimos anos teve certa estabilidade. O desempenho nos dois primeiros meses de 2020 ficou similar aos valores médios dos anos anteriores. Em março de 2020, porém, foi decretada a pandemia de Covid-19 pela OMS e medidas de contenção da disseminação dessa doença tiveram efeitos imediatos sobre essas variáveis. Entre fevereiro e março de 2020, a queda do licenciamento foi maior do que a queda da produção. Entre março e abril, a queda em ambas as variáveis foi acentuada, contudo a da produção foi mais intensa. Nos meses seguintes, houve recuperação em ambas as variáveis.

GRÁFICO 3

Brasil: licenciamento e produção do setor automotivo (2015-jul./2020)

(Em 1 mil)



Fonte: Anfavea (2020).
Elaboração dos autores.

18. Disponível em: <https://bit.ly/3mlZNrg>.

Percebe-se um formato V de curto prazo acentuado do desempenho do setor. Isso está de acordo com as evidências apresentadas pelo gráfico 2, ou seja, de que o setor tende a responder a choques imediatos, considerando as variáveis analisadas, e tende a reestabelecer os níveis tendenciais após cinco ou seis meses. O gráfico 3 sinaliza uma trajetória ascendente de demanda e oferta do setor automotivo após maio de 2020, cujo movimento deve convergir para a tendência estacionária do próprio setor. Dessa maneira, espera-se que a atividade automotiva já apresente indicadores próximos aos dos ciclos de negócios anteriores ao período da pandemia até o final de 2020. Portanto, o movimento apresentado no gráfico 2 possui aderência com o que pode ser observado com o choque inesperado causado pela pandemia da Covid-19.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo pretendeu oferecer contribuições acerca da trajetória de demanda e produção do setor automotivo no Brasil, levando em conta os diversos choques ocorridos antes da crise pandêmica, como efeitos de renda, de preço, de política creditícia e tributária (IPI). A análise realizada permite evidenciar como historicamente as condições de negócios do setor reagem aos choques de política e renda no país e, portanto, permite indicar como a atividade econômica pode reagir diante das políticas propostas para mitigar os impactos negativos de curto prazo no setor e na renda das famílias brasileiras durante a pandemia da Covid-19. O setor automotivo apresenta fortes interações de compra e venda com os demais setores do sistema produtivo brasileiro, como de peças e equipamentos de transporte, máquinas, eletroeletrônica, insumos intermediários e serviços de transporte. Classificada como um setor-chave na economia, a indústria automobilística é intensiva em empregos formais. Consequentemente, os debates em curso mostram uma preocupação recorrente com o ciclo de negócios do setor e com relação a quanto tempo ele levaria para convergir com sua tendência estacionária, justamente aquela observada antes do choque adverso do período pandêmico.

Isso posto, esta pesquisa considerou as principais variáveis vinculadas à demanda e à oferta do setor, cuja série histórica se delimita ao período de janeiro de 2012 a fevereiro de

2020 (mês anterior à declaração de pandemia da Covid-19 pela OMS). A análise foi realizada a partir de um modelo VAR com funções de resposta ao impulso e decomposição da variância dos erros de previsão, a fim de obter as relações de longo prazo e apontar como o setor automotivo brasileiro pode reagir às mudanças cíclicas de curto prazo da Covid-19. Em geral, as estimativas de longo prazo para demanda e oferta estão de acordo com aquelas esperadas pelo modelo teórico (por exemplo, Tcha e Kuriyama, 2003). Os coeficientes da demanda para as variáveis crédito e renda real são significativos. A elasticidade-crédito e elasticidade-renda estimadas na demanda indicam uma variação positiva no licenciamento, em 0,93% e 3,73%, respectivamente. Em relação à oferta, tem-se que os coeficientes das variáveis crédito, IPI e preço são significativos a pelo menos 10% e possuem sinal de acordo com o esperado. As elasticidades obtidas indicam, por exemplo, que o aumento de 1% no crédito tende a aumentar em cerca de 1% a produção de automóveis. Essa produção, no entanto, parece ser mais sensível aos preços.

Os resultados para o setor mostram que a produção de veículos da indústria brasileira tem uma curva de oferta de longo prazo negativamente inclinada, indicando a existência de economias de escala (Andrade, Ugolini e Silva, 2019; Tcha e Kuriyama, 2003). A redução gradual das tarifas sobre as importações de veículos montados e peças de veículos automotores desde o Inovar-Auto e também em vigência no Rota 2030 pode, por sua vez, facilitar a produção de automóveis com custos mais baixos, o que contribui para moldar a curva de oferta de longo prazo inclinada para baixo. A abolição dos requisitos de conteúdo local contribui também para reduzir o preço das peças de automóveis, medida esta adotada após a extinção do Inovar-Auto no final de 2017. Assim, a eliminação do requisito de conteúdo local pode ter sido um fator preponderante para a produção de veículos, tornando-o coerente para redução de custos e eficiência da indústria automotiva brasileira.

Os movimentos das variáveis explicativas se concretizam na decomposição de variância, resposta a impulso e análise descritiva. Assim, espera-se que no período de cinco ou seis meses após o choque o setor já tenha indicadores similares aos anteriores à pandemia. Portanto, essa análise tem implicações causais importantes para políticas nacionais no segmento automotivo brasileiro. A oscilação no segmento possui aderência com o que pode ser observado com o choque inesperado causado pela pandemia da Covid-19. Desse modo, o

resultado do trabalho sugere que o licenciamento e a produção de automóveis e veículos leves respondem a choques inesperados em variáveis específicas do setor, e pode ser empregado de maneira útil à análise de políticas industriais automotivas, servindo como uma ferramenta robusta para validação dos programas automobilísticos.

Em um conjunto mais amplo, a indústria automobilística irá passar por renovações, e nelas se enquadra a tendência para vendas *on-line* e adequação das normas sanitárias. Além disso, a trajetória de recuperação do setor automotivo na economia brasileira após o período de isolamento e pós-Covid sugere que programas voltados para a eficiência energética e sustentabilidade têm potencial de alcançar investimentos externos de longo prazo. Por exemplo, veículos com propulsão alternativa, como veículos híbridos plugáveis, veículos elétricos a bateria ou veículos com célula a combustível de hidrogênio, são uma imposição ambiental na maioria dos países, como Japão, Estados Unidos e, principalmente, em países europeus (Vooren e Brouillat, 2015). Destarte, a nova conjuntura mundial para veículos mais seguros e menos poluentes contribui para continuidade de políticas sustentáveis e pode ser um sinalizador para investimentos externos. O Brasil vem seguindo essa perspectiva, desde o Inovar-Auto e, agora, com o Rota 2030, e as políticas podem ser usadas para fomentar investimentos em P&D e contribuir para a retomada do setor pós-Covid – se possível, com propostas que possam influenciar e/ou transmitir mensagens aos grandes polos globais inseridos nessa conjuntura sustentável, para atração de capital externo.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Gerlane Gonçalves; RODRIGUES, Roberto Souza. **Indústria automobilística brasileira**: o impacto das importações na balança de pagamento no período PT. 2014. 61 f. (Monografia) Especialização – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

ANDRADE, Gerlane Gonçalves; UGOLINI, Andrea; SILVA, Carlos Alberto Gonçalves. Impact of the innovate-auto tariff policy on the welfare of the economy. **Business Management Dynamics**, v. 9, n. 5, p. 1-19, Nov. 2019.

ANFAVEA – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES. **Anuário da indústria automobilística brasileira 2020**. São Paulo: Anfavea, 2020. Disponível em: <http://www.anfavea.com.br/anuario2020/anuario.pdf>.

BARRERO, Jose Maria; BLOOM, Nicholas; DAVIS, Steven J. **Covid-19 is also a reallocation shock**. [s.l.]: NBER, May 2020. (Working Paper, n. 27137).

BARROS, Daniel Chiari; PEDRO, Luciana Silvestre. As mudanças estruturais do setor automotivo, os impactos da crise e as perspectivas para o Brasil. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 34, p. 173-202, 2011.

BERRY, Steve; LEVINSOHN, James; PAKES, Ariel. **Differentiated products demand systems from a combination of micro and macro data**: the new car market. [s.l.]: NBER, 1998. (Working Paper, n. 6481).

BLOOMFIELD, Gerald Taylor. **The world automotive industry**. [s.l.]: David and Charles Publishers, 1978.

BONADIO, Barthélémy *et al*. **Global supply chains in the pandemic**. [s.l.]: NBER, 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 490, de 16 de novembro de 2018. Estabelece a fase Proconve P8 de exigências do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve) para o controle das emissões de gases poluentes e de ruído para veículos automotores pesados novos de uso rodoviário e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, p. 153, 21 nov. 2018a. Seção 1. Disponível em: <http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/51058898/do1-2018-11-21-resolucao-n-490-de-16-de-novembro-de-2018-51058604>.

_____. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 492, de 20 de dezembro de 2018. Estabelece as fases Proconve L7 e Proconve L8 de exigências do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve) para veículos automotores leves novos de uso rodoviário, altera a Resolução Conama nº 15/1995 e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, p. 141, 24 dez. 2018b. Seção 1. Disponível em: <http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/56643907>.

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, p. 147-187, set. 2008.

CURCIO, Mario. Renault reduz jornada de 5,8 mil e dispensa 300 temporários no Paraná. **Automotive Business**, São Paulo, 15 maio 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3gPlcHE>.

DE NEGRI, João Alberto. **Elasticidade-renda e elasticidade-preço da demanda de automóveis no Brasil**. Brasília: Ipea, 1998. (Texto para Discussão, n. 558). Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/2403>.

DICKEY, David A.; FULLER, Wayne A. Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with unit root. **Econometrica**, v. 49, n. 4, p. 1057-1072, 1981.

EICHENBAUM, Martin S.; REBELO, Sergio; TRABANDT, Mathias. **The macroeconomics of epidemics**. [s.l.]: NBER, 2020.

ELLIOTT, Graham; ROTHENBERG, Thomas J.; STOCK, James H. **Efficient tests for an autoregressive unit root**. Cambridge, United States: NBER, 1992.

GITAHY, Leda; BRESCIANI, Luís Paulo. **Reestruturação produtiva e trabalho na indústria automobilística brasileira**. Campinas: Unicamp, 1998. (Texto para Discussão, n. 24).

GOURINCHAS, Pierre-Olivier. Flattening the pandemic and recession curves. *In*: BALDWIN, Richard; MAURO, Beatrice Weder di (Eds.). **Mitigating the Covid economic crisis**: act fast and do whatever it takes. London: Centre for Economic Policy Research, 2020.

HOLLANDA FILHO, Sergio Buarque de. O estabelecimento de um regime automotivo diante da criação da OMC. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 771-792, out./dez. 2003.

HUSE, Cristian; SALVO, Alberto. Estimação e identificação de demanda e de oferta *In*: FIUZA, Eduardo P. S.; MOTTA, Ronaldo Seroa da. **Métodos quantitativos em defesa da concorrência e a regulação econômica**. Brasília: SDE/Ministério da Justiça; Ipea, 2006.

JOHANSEN, Soren. Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in gaussian vector autoregressive models. **Econometrica**, v. 59, n. 6, p. 1551-1580, 1991.

MCKIBBIN, Warwick J.; FERNANDO, Roshen. **The global macroeconomic impacts of Covid-19**: seven scenarios. [s.l.]: CAMA, 2020. (CAMA Working Paper, n. 19/2020).

MELLAN, Thomas A. *et al*. **Report 21**: estimating Covid-19 cases and reproduction number in Brazil. [s.l.]: CSH; BMJ, 2020.

MELO, Luiz Martins de. Modelos tradicionais de concorrência. *In*: KUPFER, David; HASENCLEVER, Lia. **Economia industrial**: fundamentos teóricos e práticas no Brasil. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. cap. 1, p. 3-14.

ORSATO, Renato; WELLS, Peter. U-turn: the rise and demise of the automobile industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 15, n. 11/12, p. 994-1006, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.05.019>.

PRODUÇÃO industrial cai 18,8% em abril. **Agência IBGE Notícias**, 3 jun. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3zLv7Wl>.

RIBEIRO, Fernando *et al*. **Cenários para o comércio exterior brasileiro (2020-2021)**: estimativas dos impactos da crise da Covid-19. Brasília: Ipea, 2020. (Nota Técnica, n. 17).

STURGEON, Timothy; CHAGAS, Leonardo L.; BARNES, Justin. **Inovar-Auto**: evaluating Brazil's automative industrial policy to meet the challenges of global value chains. [s.l.]: WBG, 2017.

SUGAYAMA, Ricardo; NEGRELLI, Evaldir. Connected vehicle on the way of Industry 4.0. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA AUTOMOTIVA, 24., 2015, São Paulo. **Anais**... São Paulo: Blucher, 2015.

TCHA, Moonjoong; KURIYAMA, Takashi. Protection policy under economies of scale: the welfare effects of tariffs on the Australian automotive industry. **Journal of Policy Modeling**, v. 25, p. 655-672, 2003.

TELLES, Daniel. Como será o socorro de R$ 40 bilhões do governo à indústria de carros. **Quatro Rodas**, São Paulo, 8 jun. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/2ZPrilb>.

TRADE set to plunge as Covid-19 pandemic upends global economy. **WTO Press Release**, 8 Apr. 2020. Disponível em: <https://www.wto.org/english/news_e/pres20_e/pr855_e.htm>.

VARTANIAN, Pedro Raffy; OLIVEIRA, Paulo Henrique Silva de. Determinants of demand for automobiles in Brazil: an econometric analysis in the period 2012-2017. **International Journal of Economics and Finance**, v. 12, n. 7, 2020.

VOOREN, Alexander van der; BROUILLAT, Eric. Evaluating CO_2 reduction policy mixes in the automotive sector. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 14, p. 60-83, 2015.

ZIVOT, Eric; ANDREWS, Donald. Further evidence on the great crash, the oil-price shock and the unit root hypothesis. **Journal of Business and Economic Statistics**, v. 10, n. 3, p. 251-270, 1992.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

ANDRIAMANANJARA, Soamiely *et al*. **The effects of non-tariff measures on prices, trade, and welfare**: CGE implementation of policy-based price comparisons. Washington: USITC, 2004.

ANDRIAMANANJARA, Soamiely; FERRANTINO, Michael; TSIGAS, Marinos. **Alternative approaches in estimating the economic effects of non-tariff measures**: results from newly quantified measures. Washington: USITC, 2003.

BALDWIN, Richard; DI MAURO, Beatrice Weder (Eds.). **Mitigating the Covid economic crisis**: act fast and do whatever it takes. London: Centre for Economic Policy Research, 2020.

BARROS, Alerrandre. Desemprego mantém recorde de 14,7% no trimestre encerrado em abril. **Agência IBGE Notícias**, 30 jun. 2021. Disponível em: <https://bit.ly/3os5mHf>.

BETARELLI JUNIOR, Admir Antonio *et al*. Research and development, productive structure and economic effects: assessing the role of public financing in Brazil. **Economic Modelling**, v. 90, p. 235-253, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2020.04.017>.

ENGLE, Robert F.; GRANGER, Clive W. J. Co-integration and error-correction: representation, estimation, and testing. **Econometrica**, v. 55, n. 2, p. 251-276, 1987.

JOHANSEN, Soren; JUSELIUS, Katarina. Maximum likelihood estimation and inference on cointegration with applications to the demand for money. **Bulletin of Economics and Statistics**, v. 52, n. 2, p. 169-210, 1990.

KENNEDY, Peter. **A guide to econometrics**. Cambridge, United States: MIT Press, 1992.

KROLZIG, Hans-Martin. **Statistical analysis of cointegrated VAR processes with markovian regime shifts**. [s.l.]: Humboldt University, 1996. (Discussion Paper, n. 25/1996).

MALISZEWSKA, Maryla; MATTOO, Aaditya; MENSBRUGGHE, Dominique van der. **The potential impact of Covid-19 on GDP and trade**: a preliminary assessment. [s.l.]: WBG, 2020. (Policy Research Working Paper, n. 9211).

RIBEIRO, Fernando; ANDRADE, Gerlane Gonçalves de. **Relatório de assistência tarifária efetiva aos setores econômicos no Brasil**: estimativas para o período 2010-2016. Rio de Janeiro: Ipea, 2019.

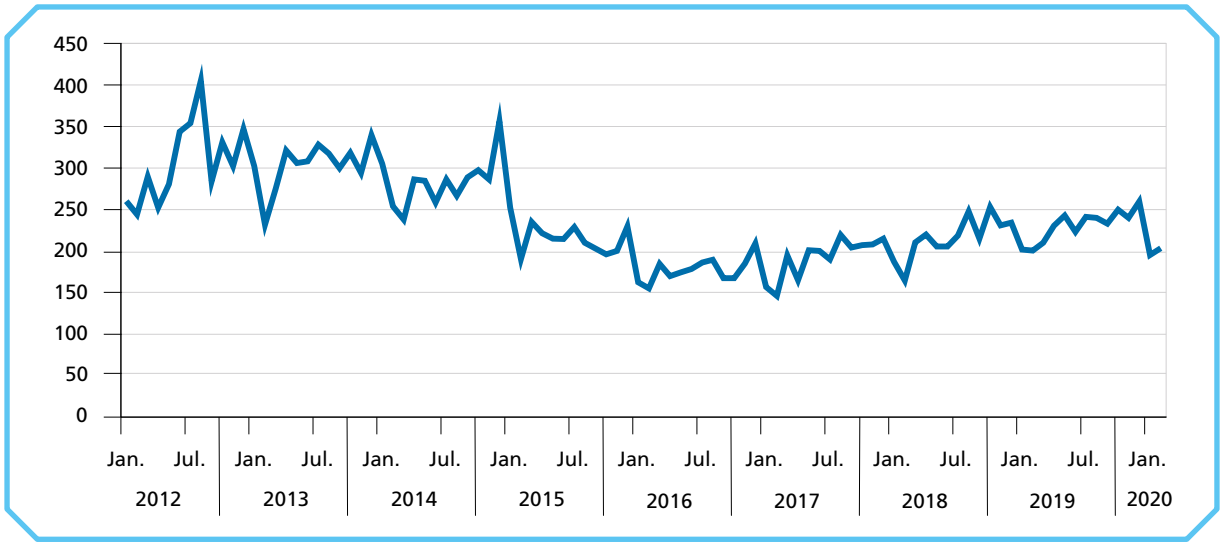
SIMS, Christopher A. Solving the stochastic growth model by backsolving with a particular nonlinear form for the decision rule. **Journal of Business and Economic Statistics**, v. 8, n. 1, p. 45-47, 1990.

WORLD BANK. **The economy in the time of Covid-19**. Washington: World Bank, 2020.

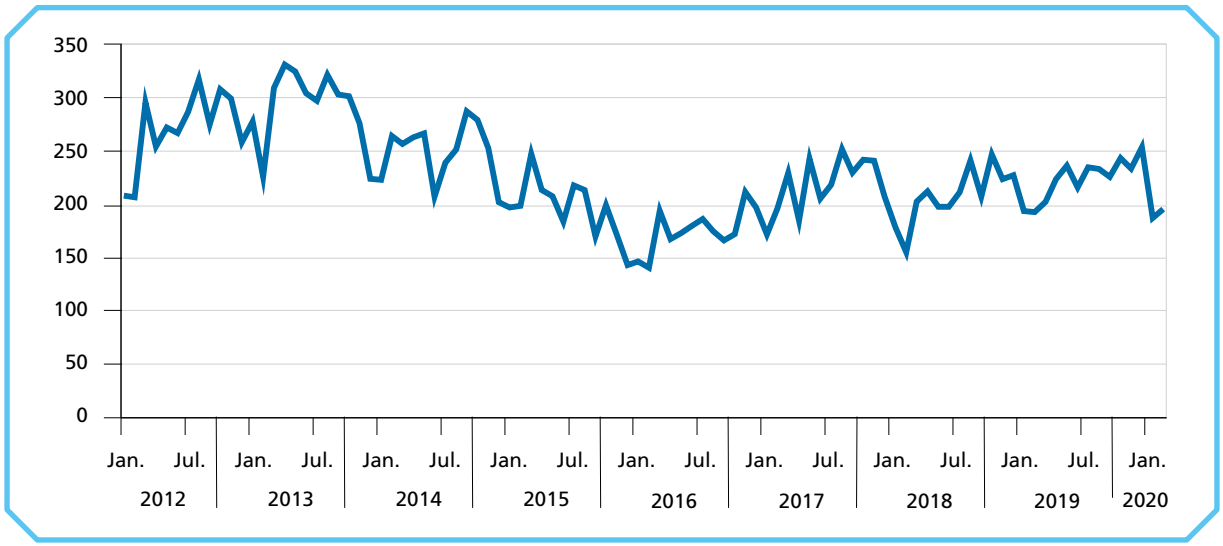
APÊNDICE A

GRÁFICO A.1
Séries (2012-2020)

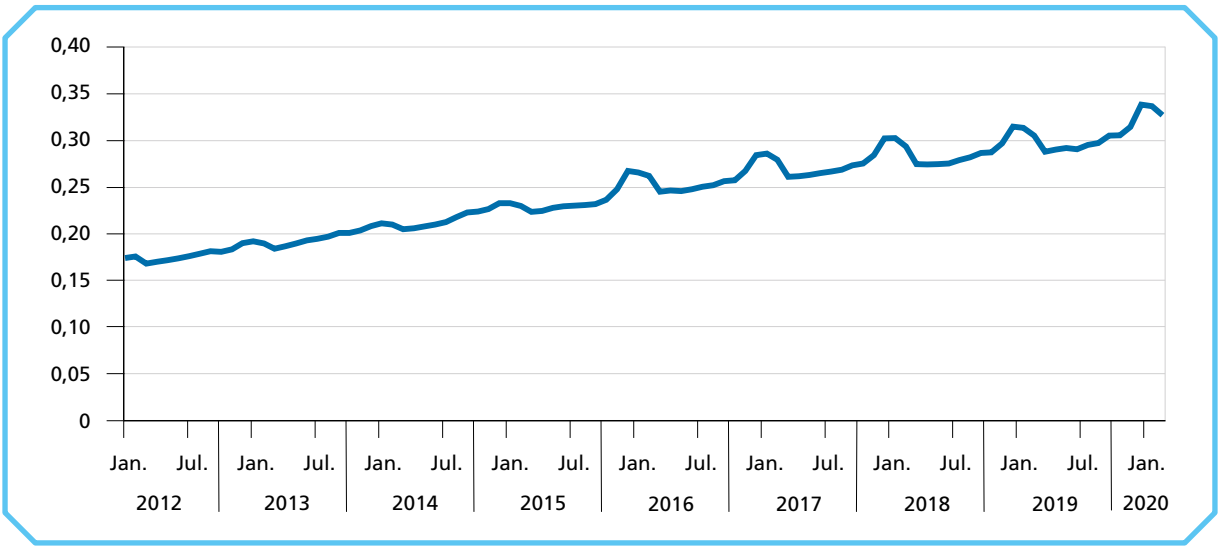
A.1A – *Lac* (milhões)



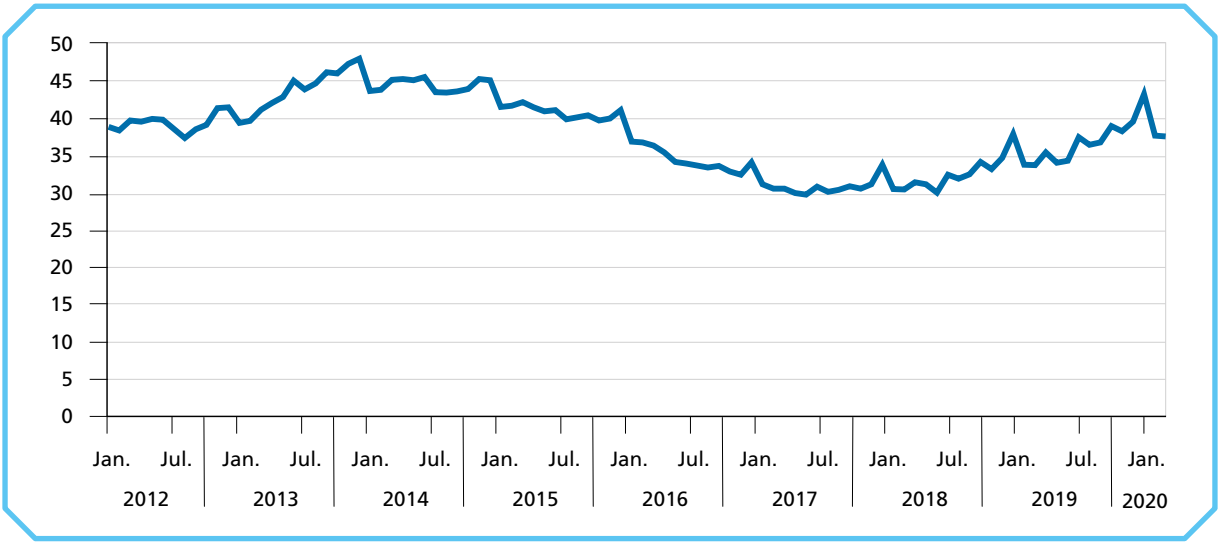
A.1B – *Yac* (milhões)



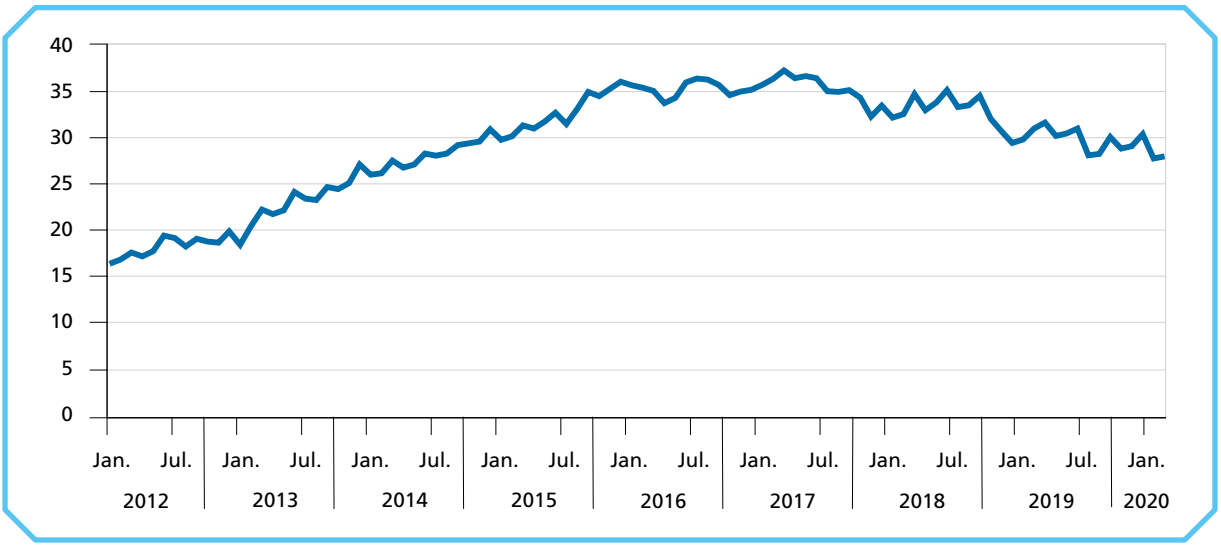
A.1C – *R* (R$ milhões)



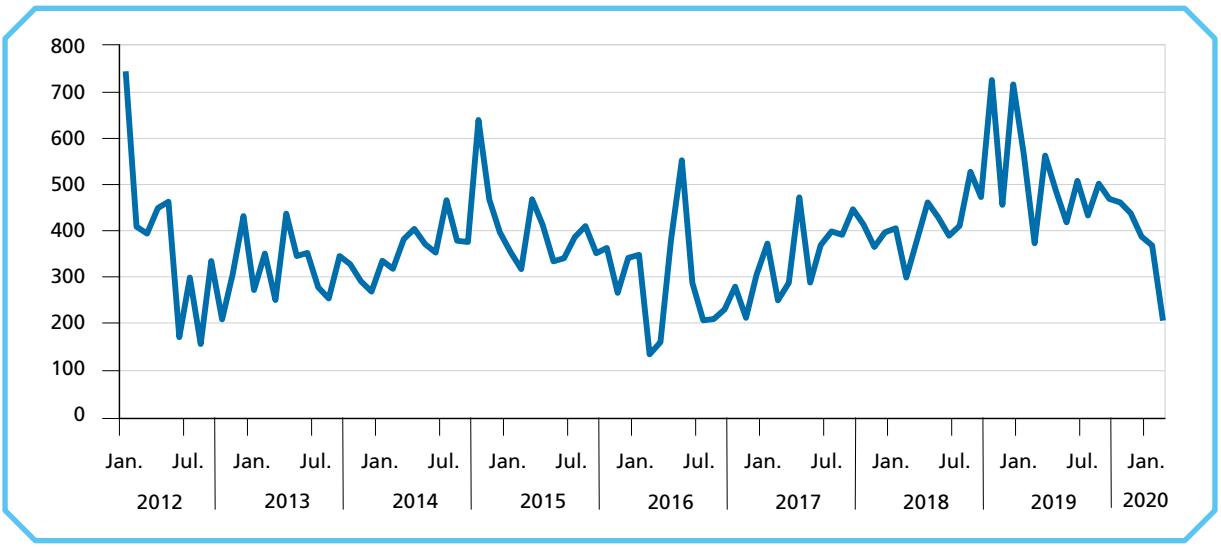
A.1D – *Fd* (R$ milhões)



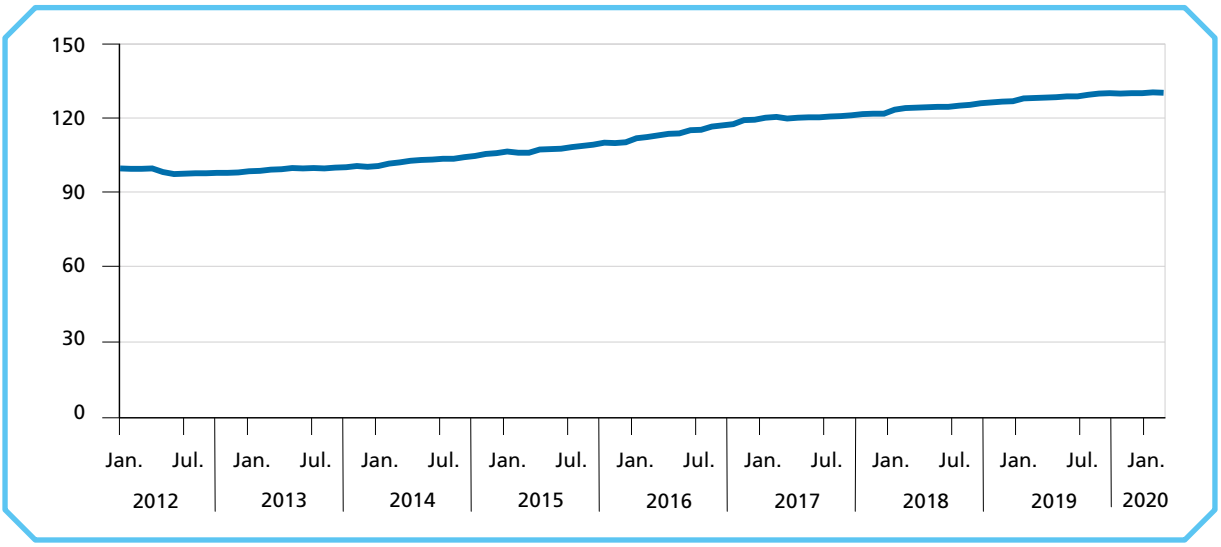
A.1E – *Fs* (R$ milhões)



A.1F – *IPI* (R$ milhões)



A.1G – *Pac* (IPA-OG)



Fonte: Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Sistema Gerenciador de Séries Temporais do Banco Central do Brasil (SGS/Bacen), Resultado do Tesouro Nacional (RTN) e Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getulio Vargas (Ibre/FGV).
Elaboração dos autores.
Obs.: IPA-OG – Índice de Preços ao Produtor Amplo Oferta Global.

APÊNDICE B

TESTES ESTATÍSTICOS

TABELA B.1

Testes DF-GLS e Phillips-Perron com tendência e intercepto

Variável	Descrição	DF-GLS		Phillips-Perron	
		Em nível	Primeira diferença	Em nível	Primeira diferença
Lac	Licenciamentos	-2,038	-10,212***	-3,608*	-16,843***
Yac	Produção	-3,697***	-13,477***	-3,995**	-15,706***
Pac	Preço real	-1,048	-3,443**	-3,115	-8,786***
R	Renda nacional real	-4,938***	-7,331***	-3,374*	-7,580***
Fd	Crédito para veículos automotores	-1,267	-4,664***	-1,335	-12,21***
Fs	Crédito à indústria automobilística	-0,145	-6,392***	-1,057	-14,337***
IPI	IPI de automóveis	-2,778*	-1,466	-6,610***	-29,997***

Elaboração dos autores.

Obs.: 1. IPI – Imposto sobre os Produtos Industrializados.

2. * Rejeição da hipótese nula a 10%; ** rejeição da hipótese nula a 5%; e *** rejeição da hipótese nula a 1%.

TABELA B.2

Teste Zivot-Andrews de quebra estrutural com tendência e intercepto

Variável	Primeira diferença (5%)	Crítico (5%)	Quebra
Lac	-5,42	-4,93	2017M03
Yac	-8,21	-4,93	2016M03
Fs	-6,67	-4,93	2016M02
Fd	-5,81	-4,93	2014M01
IPI	-6,41	-4,93	2016M04
Pac	-5,43	-4,93	2017M02
R	-7,59	-4,93	2016M01

Elaboração dos autores.

Obs.: * Rejeição da hipótese nula a 10%; ** rejeição da hipótese nula a 5%; e *** rejeição da hipótese nula a 1%.

TABELA B.3

Teste HEGY de raiz unitária sazonal, em nível, com tendência e intercepto

Variável	π	Teste HEGY	Valor crítico	Decisão
L_{ac}	π_1	-2,027	-2,52 *	H_0 aceita
	π_2	-2,344	-1,94 **	H_0 rejeita
Y_{ac}	π_1	-3,19	-2,82 **	H_0 rejeita
	π_2	-1,704	-1,60 *	H_0 rejeita
F_d	π_1	-2,879	-2,82 **	H_0 rejeita
	π_2	-2,058	-1,94 **	H_0 rejeita
F_s	π_1	-5,112	-3,40 ***	H_0 rejeita
	π_2	-2,493	-1,94 **	H_0 rejeita
P	π_1	-1,128	-2,52 *	H_0 aceita
	π_2	-1,854	-1,60 **	H_0 rejeita
R	π_1	-3,703	-2,82 **	H_0 rejeita
	π_2	-2,001	-1,94 **	H_0 rejeita
IPI	π_1	-2,559	-2,52 *	H_0 rejeita
	π_2	-5,086	-2,54 ***	H_0 rejeita

Elaboração dos autores.

Obs.: 1. HEGY – Hylleberg, Engle, Granger e Yoo.

2. * Rejeição da hipótese nula a 10%; ** rejeição da hipótese nula a 5%; e *** rejeição da hipótese nula a 1%.

3. Valores críticos de Franses e Hobijn: $t(\pi_1) = -3{,}40$ a 1%; -2,82 a 5%; e -2,52 a 10%; e $t(\pi_2) = -2{,}54$ a 1%; -1,94 a 5%; e -1,60 a 10%.

TABELA B.4

Critério de seleção de *lags*

Lag	Demanda		Oferta	
	Schwarz	Hannan-Quinn	Schwarz	Hannan-Quinn
0	-19,79051*	-20,59170*	-12,52032*	-13,38828
1	-19,43524	-20,50349	-12,43186	-13,56688*
2	-19,13705	-20,47237	-11,88766	-13,28974
3	-18,93814	-20,54052	-11,38113	-13,05028
4	-18,57425	-20,44370	-11,22854	-13,16474
5	-18,18454	-20,32104	-10,65929	-12,86256
6	-18,03584	-20,43940	-10,16363	-12,63396
7	-17,78933	-20,45997	-9,652368	-12,38976
8	-17,29845	-20,23614	-9,321733	-12,32619

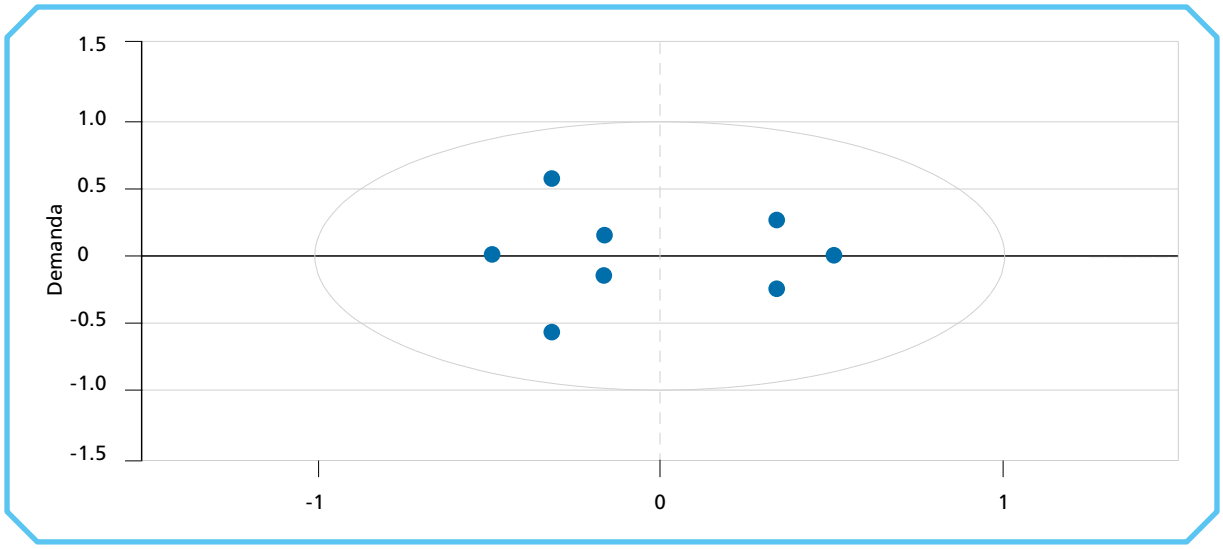
Elaboração dos autores.

Obs.: * Indica a ordem de defasagem selecionada pelo critério.

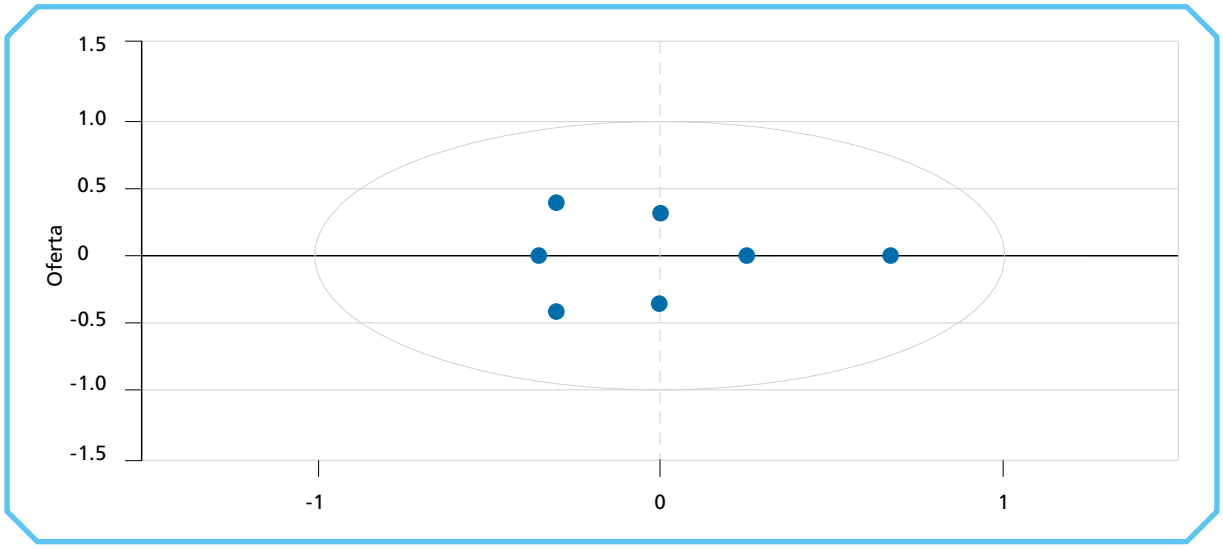
GRÁFICO B.1

Teste de raízes inversas características do polinômio

B.1A – Demanda (desvio-padrão)



B.1B – Oferta (desvio-padrão)



Elaboração dos autores.

TABELA B.5

Decomposição da variância: demanda[1] e oferta[2]

(Em %)

Período (mês)	Demanda												Oferta											
	R				*Fd*				*Pac*				*Fs*				*IPI*				*Pac*			
	Lac	*R*	*Fd*	*Pac*	*Lac*	*R*	*Fd*	*Pac*	*Lac*	*R*	*Fd*	*Pac*	*Yac*	*Fs*	*IPI*	*Pac*	*Yac*	*Fs*	*IPI*	*Pac*	*Yac*	*Fs*	*IPI*	*Pac*
1	2	98	0	0	3	4	93	0	0	0	3	97	3	96	0	0	1	0	99	0	1	0	0	99
2	2	95	2	1	5	4	91	0	1	1	3	95	3	95	1	0	3	4	92	0	1	0	0	99
3	2	93	3	2	5	5	90	1	1	2	9	88	4	93	2	1	3	4	92	0	1	1	2	95
4	2	93	3	2	5	5	90	1	1	2	9	88	4	93	2	1	3	4	91	1	1	1	3	95
5	2	93	3	2	5	5	89	1	1	2	10	87	4	93	2	1	3	4	91	1	1	1	4	94
6	2	93	3	2	5	5	89	1	1	2	10	87	4	93	2	1	3	4	91	1	1	1	4	93
7	2	93	3	2	5	5	89	1	1	2	10	87	4	93	2	1	3	4	91	1	1	1	4	93
8	2	93	3	2	5	5	89	1	1	2	10	87	4	93	2	1	3	4	91	1	1	1	4	93
9	2	93	3	2	5	5	89	1	1	2	10	87	4	93	2	1	3	4	91	1	1	1	4	93
10	2	93	3	2	5	5	89	1	1	2	10	87	4	93	2	1	3	4	91	1	1	1	4	93
11	2	93	3	2	5	5	89	1	1	2	10	87	4	93	2	1	3	4	91	1	1	1	4	93
12	2	93	3	2	5	5	89	1	1	2	10	87	4	93	2	1	3	4	91	1	1	1	4	93

Elaboração dos autores.

Notas: [1] Ordenação de Cholesky: *Lac*, *R*, *Fd*, *Pac*.

[2] Ordenação de Cholesky: *Yac*, *Fs*, *IPI*, *Pac*.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

EDITORIAL

Chefe do Editorial
Reginaldo da Silva Domingos

Supervisão
Carlos Henrique Santos Vianna

Revisão
Bruna Oliveira Ranquine da Rocha
Carlos Eduardo Gonçalves de Melo
Elaine Oliveira Couto
Lis Silva Hall
Mariana Silva de Lima
Marlon Magno Abreu de Carvalho
Vivian Barros Volotão Santos
Matheus Tojeiro da Silva (estagiário)
Rebeca Raimundo Cardoso dos Santos (estagiária)

Editoração
Aline Cristine Torres da Silva Martins
Mayana Mendes de Mattos
Mayara Barros da Mota (estagiária)

Capa
Aline Cristine Torres da Silva Martins

Projeto Gráfico
Aline Cristine Torres da Silva Martins

The manuscripts in languages other than Portuguese published herein have not been proofread.

Livraria Ipea
SBS – Quadra 1 - Bloco J - Ed. BNDES, Térreo.
70076-900 – Brasília – DF
Fone: (61) 2026-5336

Correio eletrônico: livraria@ipea.gov.br

Missão do Ipea

Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.

ISSN 1415-4765

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

MINISTÉRIO DA ECONOMIA

PÁTRIA AMADA BRASIL GOVERNO FEDERAL