



RBT

REVISTA BRASILEIRA
DE TRANSPORTES

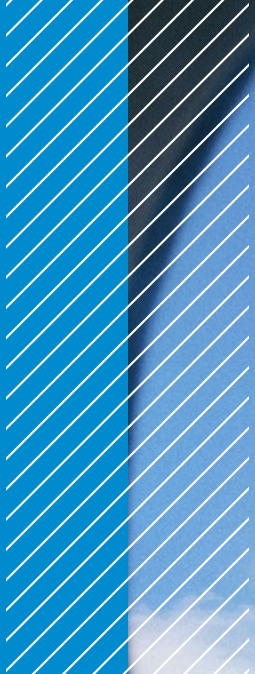
BRAZILIAN TRANSPORT JOURNAL

V.3
N.2

DEZ
2023



 **FGV TRANSPORTES**



A **Revista Brasileira de Transportes - RBT** é uma publicação para difusão científica, bilíngue, com periodicidade semestral, vinculada ao **FGV Transportes**, centro de estudos e pesquisas em transportes, logística e mobilidade urbana da **FGV**. Para publicação na **RBT**, serão considerados artigos inéditos, que não devem estar sob avaliação de outro periódico, mesmo que em outro idioma, com a exceção de trabalhos apresentados em anais de congressos. O acesso ao conteúdo da **RBT** é aberto, sem cobrança de qualquer valor pecuniário para submissão ou publicação. Visite a plataforma da **RBT** e submeta o seu artigo:
<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rbt/index>.





The **Brazilian Transport Journal (Revista Brasileira de Transportes - RBT)** is a bilingual scientific journal, published every six months, linked to the **FGV Transportes**, centre for studies and research in transport, logistics and urban mobility at the **Getulio Vargas Foundation (FGV)**. Only unpublished papers will be considered by the **RBT** journal; they should not be under assessment by any other periodical, nor be written in any language other than Portuguese and English, except for papers presented in congress proceedings. Access to **RBT** content is open, with no fees charged for either submission or publication. Visit the **RBT** platform and submit your article: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rbt/index>.

REVISTA BRASILEIRA DE TRANSPORTES - RBT

PUBLICAÇÃO DO CENTRO DE ESTUDOS FGV TRANSPORTES
FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS - FGV

EQUIPE EDITORIAL

EDITOR CHEFE:

Marcus Vinícius Quintella Cury
FGV Transportes, Brasil.

EDITOR EXECUTIVO:

Marcelo Prado Sucena
FGV Transportes, Brasil.

EDITORES TEMÁTICOS:

Alan Ricardo da Silva
Universidade de Brasília - UNB, Brasil.

Álvaro Fernando de Oliveira Costa
Faculdade de Engenharia da
Universidade do Porto - FEUP, Portugal.

Cassia Bömer Galvão
Universidade do Texas A&M Campus
Galveston, EUA.

Fariya Sharmeen
KTH Royal Institute of Technology -
Stockholm, Suécia.

Gustavo Riente de Andrade
Infraplan Consulting, EUA.

Javier Aldecoa
Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid,
Espanha.

José Carlos Amorim
Instituto Militar de Engenharia - IME, Brasil.

José Eugênio Leal
Pontifícia Universidade Católica - PUC-
Rio, Brasil.

Kent Gourdin
College of Charleston, EUA.

Luiz Antonio Silveira Lopes
Instituto Militar de Engenharia - IME, Brasil.

Luiz Eduardo Brandão
Pontifícia Universidade Católica - PUC-
Rio/IAG, Brasil.

Nick Vyas
University of Southern California
(USC), EUA.

Patrícia Regina Pinheiro Sampaio
Fundação Getúlio Vargas - FGV Direito,
Brasil.

Priscila Laczynski de Souza Miguel
Fundação Getúlio Vargas - FGV Celog/
EAESP, Brasil.

Respício Antonio do Espírito
Santo Jr.
Universidade Federal do Rio de Janeiro -
UFRJ/POLI, Brasil.

Rômulo Orrico
Universidade Federal do Rio de Janeiro -
UFRJ/COPPE, Brasil.

Vânia Barcellos Gouvêa Campos
Instituto Militar de Engenharia - IME, Brasil.

AVALIADORES CIENTÍFICOS AD HOC:

Altair dos Santos Ferreira Filho
Instituto Militar de Engenharia - IME, Brasil.

Amir Mattar Valente
Universidade Federal de Santa
Catarina - UFSC - PPGTG, Brasil.

Aurélio Lamare Soares Murta
Universidade Federal Fluminense -
UFF - Departamento de Administração,
Brasil.

Bruno Vieira Bertoncini
Universidade Federal do Ceará/DET,
Brasil.

Camila Belleza Maciel Barreto
Universidade Federal de Santa
Catarina - UFSC - LabTrans, Brasil.

Carlos Eduardo Sanches de
Andrade
Universidade Federal de Goiás/
Faculdade de Ciências e Tecnologia,
Brasil.

Carlos Manuel Taboada Rodriguez
Universidade Federal de Santa
Catarina/Departamento de Engenharia
de Produção e Sistemas - Brasil.

Cassiano Augusto Isler
Universidade de São Paulo/USP -
Departamento de Engenharia de
Transportes, Brasil.

Cintia Isabel de Campos
Universidade Federal de Goiás/
Faculdade de Ciências e Tecnologia -
Brasil.

Eduardo Lobo
Universidade Federal de Santa
Catarina - UFSC - PPGTG, Brasil.

Enilson Medeiros
Universidade Federal de Pernambuco -
UFPE, Brasil.

Francisco Heber Lacerda de
Oliveira
Universidade Federal do Ceará/DET,
Brasil.

Léo Tadeu Robles
Universidade Federal do Maranhão -
UFMA, Brasil.

Leonardo Herszon Meira
Universidade Federal de Pernambuco -
UFPE, Brasil.

Liedi Legi Bariani Bernucci
Universidade de São Paulo/USP, Brasil.

Luciana Marques Vieira
Fundação Getúlio Vargas/EAESP,
Brasil.

Newton Narciso Pereira
Universidade Federal Fluminense/DEP,
Brasil.

Orivalde Soares da Silva Júnior
Instituto Militar de Engenharia - IME,
Brasil.

Orlando Cattini Júnior
Fundação Getúlio Vargas/EAESP, Brasil.

Paulo Afonso Lopes
Instituto Militar de Engenharia - IME,
Brasil.

Peter Fernandes Wanke
Universidade Federal do Rio de Janeiro
- UFRJ/COPPEAD, Brasil.

Renata Maré
Universidade de São Paulo - USP/
Escola Politécnica - Instituto Mauá de
Tecnologia, Brasil.

Richard Magdalena Stephan
Universidade Federal do Rio de Janeiro
- UFRJ/COPPE/POLI, Brasil.

Rosângela dos Santos Motta -
Universidade de São Paulo/USP/EP/
PTR, Brasil.

Susana Carla Farias Pereira
Fundação Getúlio Vargas/EAESP, Brasil.

Thiago Guilherme Péra
Universidade de São Paulo - USP/
ESALQ-LOG, Brasil.

APOIO ADMINISTRATIVO:

Valdélia Brito -
FGV Transportes, Brasil

REVISÃO GRAMATICAL E ORTOGRÁFICA:

Jeferson Dantas, Brasil

TRADUÇÃO E REVISÃO DE INGLÊS:

Patrícia Tate, Brasil

DIAGRAMAÇÃO:

Bruno Masello e
Carlos Quintanilha, Brasil

REVISTA BRASILEIRA DE TRANSPORTES - RBT / FGV TRANSPORTES

Rua Barão de Itambi 60 / 805 -
Botafogo - Rio de Janeiro - RJ
- Brasil

Cep: 22231-000

Submissão de artigos:

[http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/
index.php/rbt/about/submissions](http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rbt/about/submissions)

E-mail:
rbt@fgv.br

Os conceitos, metodologias, métodos, técnicas e propostas expressas
nos artigos publicados na RBT são de inteira responsabilidade de seus autores,
não representando necessariamente a posição institucional da FGV.

Permitida a reprodução total ou parcial dos artigos, desde que mencionada a fonte.

BRAZILIAN TRANSPORT JOURNAL - RBT

PUBLICATION OF THE FGV TRANSPORTES STUDY CENTER
GETULIO VARGAS FOUNDATION - FGV

EDITORIAL TEAM

EDITOR IN CHIEF:

Marcus Vinícius Quintella Cury –
*Getulio Vargas Foundation - FGV
Transport, Brazil.*

EXECUTIVE EDITOR:

Marcelo Prado Sucena –
*Getulio Vargas Foundation - FGV
Transport, Brazil.*

THEME EDITORS:

Alan Ricardo da Silva
University of Brasília - UNB, Brazil.

Álvaro Costa
*Faculty of Engineering of the
University of Porto - FEUP, Portugal.*

Cassia Bömer Galvão
*Texas A&M University, Galveston
Campus, USA.*

Fariya Sharmeen
*KTH Royal Institute of Technology -
Stockholm, Sweden.*

Gustavo Riente de Andrade
Infraplan Consulting, USA.

Javier Aldecoa
*Official College of Architects of
Madrid, Spain.*

José Carlos Amorim
Military Engineering Institute - IME, Brazil.

José Eugênio Leal
*Pontifical Catholic University - PUC-
Rio, Brazil.*

Kent Gourdin
College of Charleston, USA.

Luiz Antonio Silveira Lopes
Military Engineering Institute - IME, Brazil.

Luiz Eduardo Brandão
*Pontifical Catholic University - PUC-
Rio, Brazil.*

Nick Vyas
*University of Southern California
(USC), USA.*

Patrícia Regina Pinheiro Sampaio
Getulio Vargas Foundation - FGV, Brazil.

Priscila Laczynski de Souza Miguel
Getulio Vargas Foundation - FGV, Brazil.

Respício Antonio do Espírito
Santo Jr.
*Federal University of Rio de Janeiro -
UFRJ, Brazil.*

Rômulo Orrico
*Federal University of Rio de Janeiro -
UFRJ, Brazil.*

Vânia Barcellos Gouvêa Campos
Military Engineering Institute - IME, Brazil.

SCIENTIFIC REVIEWERS AD HOC:

Altair dos Santos Ferreira Filho
*Military Engineering Institute - IME,
Brazil.*

Amir Mattar Valente
*Federal University of Santa Catarina -
UFSC, Brazil.*

Aurélio Lamare Soares Murta
*Federal Fluminense University - UFF,
Brazil.*

Bruno Vieira Bertoncini
*Federal University of Ceará - UFC,
Brazil.*

Camila Belleza Maciel Barreto
*Federal University of Santa Catarina -
UFSC, Brazil.*

Carlos Eduardo Sanches de
Andrade
*Federal University of Goiás - UFG,
Brazil.*

Carlos Manuel Taboada
Rodríguez
*Federal University of Santa Catarina -
UFSC, Brazil.*

Cassiano Augusto Isler
University of São Paulo - USP, Brazil.

Cintia Isabel de Campos
*Federal University of Goiás - UFG,
Brazil.*

Eduardo Lobo
*Federal University of Santa Catarina -
UFSC, Brazil.*

Enilson Medeiros
*Federal University of Pernambuco -
UFPE, Brazil.*

Francisco Heber Lacerda de
Oliveira
*Federal University of Ceará - UFC,
Brazil.*

Léo Tadeu Robles
*Federal University of Maranhão -
UFMA, Brazil.*

Leonardo Herszon Meira
*Federal University of Pernambuco -
UFPE, Brazil.*

Liedi Legi Bariani Bernucci -
*University of São Paulo
USP, Brazil.*

Luciana Marques Vieira
*Getulio Vargas Foundation - FGV,
Brazil.*

Newton Narciso Pereira
*Federal University Fluminense- UFF,
Brazil.*

Orivalde Soares da Silva Júnior
*Military Engineering Institute - IME,
Brazil.*

Orlando Cattini Júnior
*Getulio Vargas Foundation - FGV,
Brazil.*

Paulo Afonso Lopes
*Military Engineering Institute
IME, Brazil.*

Peter Fernandes Wanke
*Federal University of Rio de Janeiro -
UFRJ, Brazil.*

Renata Maré
University of São Paulo - USP, Brazil.

Richard Magdalena Stephan
*Federal University of Rio de Janeiro -
UFRJ, Brazil.*

Rosângela dos Santos Motta
University of São Paulo - USP, Brazil.

Susana Carla Farias Pereira
*Getulio Vargas Foundation - FGV,
Brazil.*

Thiago Guilherme Péra
University of São Paulo - USP, Brazil.

ADMINISTRATIVE SUPPORT:

Valdélia Brito –
FGV Transportes, Brasil

PORTUGUESE SPELLING AND GRAMMAR REVIEW:

Jeferson Dantas, Brasil

REVISION AND ENGLISH TRANSLATION:

Patrícia Tate, Brasil

LAYOUT AND FINISHED ARTWORK:

Bruno Masello e
Carlos Quintanilha, Brasil

BRAZILIAN TRANSPORT JOURNAL - RBT / FGV TRANSPORTES

Barão de Itambi Street, 60 / 805
floor, Botafogo, Rio de Janeiro, RJ.
Brazil, Postal Code 22231-000

Submissions:

[http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/
index.php/rbt/about/submissions](http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rbt/about/submissions)

E-mail:

rbt@fgv.br

The concepts, methods, methodologies, techniques and proposals expressed
in the articles published in the RBT are the sole responsibility of their authors,
and do not necessarily represent the institutional position of FGV.

Total or partial reproduction of articles is allowed, provided the source is mentioned.

SUMÁRIO / SUMMARY

EDITORIAL

- 8 [Revista Brasileira de Transportes - RBT](#)
[Brazilian Transport Journal - RBT](#)

ENTREVISTA RBT / RBT INTERVIEW

- 11 [Francisco Martins,](#)
[Diretor-Presidente da PortosRio,](#)
[Autoridade Portuária vinculada ao](#)
[Ministério de Portos e Aeroportos](#)

[Managing Director of the PortosRio Port](#)
[Authority, under the Ministry of Ports](#)
[and Airports](#)

ARTIGOS / ARTICLES

- 20 [Uma sustentação estatística para](#)
[o investimento em infraestrutura](#)

42 [A statistical argument for infrastructure](#)
[investment](#)

[Adriano Bragança Claudio](#)

64 [Análise do impacto da covid-19 no acionamento de seguros auto](#)

88 [Analysis of the impacts of covid-19 on automobile insurance claims](#)

Matheus Dalla Dea Prado

Universidade de São Paulo / University of São Paulo

Roberto Bomgiovani Cazzari

Universidade de São Paulo / University of São Paulo

112 [Impactos da política de mudança de preços da petrobras na economia brasileira: Uma análise do preço de paridade da importação \(ppi\) e suas implicações](#)

136 [Impact of petrobras' price policy change on the brazilian economy: An analysis of the import parity price \(ppi\) and its implications.](#)

Danilo Fontenel Wimmer

Gláucia Fernandes Vasconcelos

UFRJ/COPPEAD



REVISTA BRASILEIRA DE TRANSPORTES - RBT

BRAZILIAN TRANSPORT JOURNAL – RBT

V.3
N.2

DEZ
2023

V.3
N.2

DEZ
2023

A RBT é uma publicação da FGV Transportes, centro de estudos em transportes, logística e mobilidade urbana da FGV, cujo propósito é contribuir, de maneira incisiva e destacada, para a evolução do pensamento estratégico e desenvolvimentos acadêmico, empresarial, econômico e social do país, por meio da divulgação de artigos científicos originais e inéditos.

A RBT é publicada exclusivamente em ambiente virtual, com periodicidade semestral, e tem acesso aberto e submissão contínua por meio do seu endereço eletrônico (<https://transportes.fgv.br/revista-rbt>).

Focused on Brazil's transport industry, the RBT journal is published by the FGV Transportes Centre for Transport, Logistics, and Urban Mobility. The purpose of this scientific journal is to offer incisive and noteworthy contributions to the progress of strategic thinking and the academic, business, economic, and social development of Brazil, through disseminating original and unpublished papers.

Published half-yearly, this digital-only journal offers open access and a continuous submission process through its website:
<https://transportes.fgv.br/revista-rbt>.



EDITORIAL

É com grande satisfação que apresentamos a sexta edição da RBT, segunda de 2023, que contém três artigos científicos, avaliados e aprovados pelo nosso competente e dedicado corpo editorial.

Mais uma vez agradecemos aos colegas professores e pesquisadores que participaram das avaliações dos artigos submetidos, bem como aos autores que tiveram seus artigos selecionados para compor a presente edição da RBT.

A entrevista desta edição foi concedida pelo engenheiro pernambucano Francisco Martins, recentemente empossado como diretor-presidente da PortosRio, Autoridade Portuária responsável pela gestão dos portos públicos do Rio de Janeiro, Itaguaí, Niterói e Angra dos Reis.

O primeiro artigo, escrito por Adriano Bragança Claudio, intitulado *“A Statistical Argument for Infrastructure Investment”*, faz recomendações para líderes de projeto, legisladores, e investidores sobre como maximizar os retornos de investimentos, a partir de uma análise de regressão linear que utiliza dados públicos de nível de investimento no setor de infraestrutura e o crescimento do PIB per capita, para um grupo de 47 nações, entre 1995 e 2021.

O segundo artigo, *“Análise do Impacto da Covid-19 no Acionamento de Seguros Auto”*, tem como objetivo identificar e entender quais os impactos causados pela pandemia no acionamento dos seguros, considerando tanto uma dimensão de frequência quanto de severidade. Os autores são Matheus Dalla Dea Prado e Roberto Bomgiovani Cazzari, ambos da Universidade de São Paulo (USP).

O terceiro e último artigo, elaborado por Gláucia Fernandes Vasconcelos, pesquisadora da COPPEAD/UFRJ e Danilo Fontenel Wimmer, sob o título *“Impact of Petrobras’ Price Policy Change on the Brazilian Economy: An Analysis of the Import Parity Price (PPI) and Its Implications”*, investiga o impacto da política de preços da Petrobras adotada em 2017, especificamente a transição para a política de Preço de Paridade de Importação (PPI), sobre a inflação brasileira em resposta a choques nos preços do petróleo bruto (WTI).

With great satisfaction, we present the sixth edition of the RBT journal, the second in 2023. It features three scientific papers that were duly reviewed and approved by our competent Editorial Board.

Once again, we thank our fellow professors and researchers who helped review the submissions, as well as the authors whose papers were accepted for publication in this edition of the RBT journal.

The interview in this edition talks to Pernambuco-born engineer Francisco Martins, the recently appointed Managing Director of the PortosRio Port Authority that manages four public ports: Rio de Janeiro, Itaguaí, Niterói and Angra dos Reis.

Written by Adriano Bragança Claudio and entitled *Statistical Argument for Infrastructure Investment*, the first paper offers recommendations on how project leaders, policymakers, and investors can maximise returns on their investments, based on a linear regression analysis that uses public data on infrastructure sector investment levels and per capita GDP growth between 1995 and 2021, for a group of 47 nations.

Entitled *Analysis of the Impact of COVID-19 on Auto Insurance Claims*, the second paper strives to identify and understand the impacts of the pandemic on insurance claims, in terms of both their frequency and severity. The authors are Matheus Dalla Dea Prado and Roberto Bomgiovani Cazzari, both from the University of São Paulo (USP).

The third and final paper is written by Gláucia Fernandes Vasconcelos, a researcher at COPPEAD/UFRJ and Danilo Fontenel Wimmer. Entitled *Impact of Petrobras Price Policy Changes on the Brazilian Economy: An Analysis of the Import Parity Price (IPP) and its Implications*, it explores the impacts of the Petrobras pricing policy adopted in 2017, and more specifically the effects on Brazilian inflation of the shift to an Import Parity Price (PPI) policy responding to crude oil price shocks (WTI).

The next edition of the RBT journal is scheduled for the first half of 2024. In order to publish it, we urge the transport, logistics, and urban mobility

A próxima edição da RBT está prevista para o primeiro semestre de 2024 e, para isso, contamos com a divulgação de nossa revista pela comunidade da área de transportes, logística e mobilidade urbana, para que seus professores, pesquisadores e profissionais possam submeter seus artigos científicos na plataforma da RBT.

Vale lembrar que as submissões de artigos devem ser feitas pelo *link* <https://transportes.fgv.br/revista-rbt>

Desejamos a todos uma excelente leitura!

Marcus Vinicius Quintella Cury
Editor Chefe

community to support this journal, by encouraging professors, researchers, and professionals to submit their scientific papers through the RBT platform.

Papers should be submitted through the following link:
<https://transportes.fgv.br/revista-rbt>

We wish you all an enjoyable read!

Marcus Vinicius Quintella Cury
Editor-in-Chief



FRANCISCO MARTINS

Diretor-Presidente da PortosRio,
Autoridade Portuária vinculada ao
Ministério de Portos e Aeroportos

FRANCISCO MARTINS

Managing Director of the PortosRio Port
Authority, under the Ministry of Ports
and Airports

Francisco Martins é graduado em engenharia agrônoma, engenharia agrícola e produção vegetal pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, pós-graduado em *waterresources management, natural resources management and policy*, pela Cranfield University, no Reino Unido, pós-graduado em gestão ambiental, pela Universidade Federal de Pernambuco, e pós-graduado em responsabilidade social corporativa, pela FGV. Atualmente ocupa o cargo de diretor-presidente da PortosRio, Autoridade Portuária vinculada ao Ministério de Portos e Aeroportos, com a responsabilidade de liderar a administração dos Portos do Rio de Janeiro, Niterói, Itaguaí e Angra dos Reis. Com a decretação da Garantia da Lei e da Ordem - GLO, passou a integrar o grupo estratégico da operação que eleva o nível de segurança portuária nos portos de Itaguaí e Rio de Janeiro. Anteriormente, de janeiro de 2019 a janeiro de 2023, desempenhou papéis-chave no Complexo Industrial e Portuário de Suape, ocupando os cargos de diretor de planejamento, diretor de operações portuárias e diretor-presidente. Possui uma carreira de mais de 30 anos no Brasil e em outros países da América Latina, com vasta experiência em gestão de projetos industriais e portuários, liderança de equipes, planejamento estratégico e políticas de sustentabilidade.

Francisco Martins holds a bachelor's degree in agronomic engineering, agricultural engineering, and plant production from Pernambuco Federal Rural University, a post-graduate degree in water and natural resource management and policy from Cranfield University in the UK, a post-graduate degree in environmental management from the Pernambuco Federal University, and a post-graduate degree in Corporate Social Responsibility from the Getulio Vargas Foundation (FGV). He is currently the Managing Director of the PortosRio Port Authority under the Ministry of Ports and Airports, which heads up port administration activities in Rio de Janeiro, Niterói, Itaguaí and Angra dos Reis. With the enactment of the Guarantee of Law and Order (GLO), it joined the strategic operations group tightening up port security in the Ports of Itaguaí and Rio de Janeiro. From January 2019 to January 2023, he held key positions at the Suape Industrial and Port Complex: Planning Director, Port Operations Director, and Managing Director. His career stretches back more than thirty years in Brazil and other Latin American countries, with extensive experience in industrial and port project management, team leadership, strategic planning, and sustainability policies.

RBT - Inicialmente, vale ressaltar que sua carreira de mais de 30 anos, no Brasil e no exterior, abrange a gestão de grandes projetos industriais e portuários, lastreada em sólida formação acadêmica. O que você teria a acrescentar?

Francisco Martins - Acrescentaria que de pouco vale a formação acadêmica, e até mesmo um currículo consistente, se não houver a determinação de fazer acontecer, de marcar a passagem por um cargo com um legado importante, se não aliar inspiração com muita transpiração. Isso tudo com a plena consciência de que nada se constrói sem a participação de uma equipe igualmente comprometida. A PortosRio conta com um quadro qualificado e ansioso por ver resultados concretos e a mim cabe influenciar e ser influenciado para que isso aconteça, sempre dando o meu melhor.

RBT - Antes de entrarmos nos temas dos portos do Rio de Janeiro, seria importante uma repassada em sua importante passagem no Complexo Industrial e Portuário de Suape, entre janeiro de 2019 e janeiro de 2023, ocupando as posições de diretor de planejamento, diretor de operações portuárias e diretor-presidente.

Francisco Martins - Suape tem características muito especiais por ter nascido como um complexo industrial concebido a partir da instalação planejada de um porto. É considerado a joia da coroa devido ao seu papel de catalisador do desenvolvimento do estado de Pernambuco. Essa importância faz com que governos de qualquer matiz ideológica tenham sempre a consciência de que a gestão profissional é indispensável para garantir esse *status quo*. Tivemos nesse período gestões sempre preocupadas com a manutenção da curva de crescimento no número de empregos e empresas instaladas, na movimentação de cargas de diferentes tipologias, nas conexões intermodais e, principalmente, na ocupação ordenada do território.

Esse comprometimento resultou na instalação de empreendimentos estratégicos como o

RBT - Initially, it is worth mentioning that your thirty-year-plus career in Brazil and abroad encompasses major industrial and port project management, backed by a solid academic background. What would you add here?

Francisco Martins: I would add that academic qualifications and even a solid CV are of limited value without the will to make things happen, leaving an important legacy of one's time in a position, with inspiration backed by plenty of perspiration. All this requires full awareness that nothing is built without the support of an equally committed team. The highly qualified staff of PortosRio is eager to see material results, and it's up to me to influence and be influenced, always doing my best to make this happen.

RBT - Before we explore topics related to ports of Rio de Janeiro State, it's a good idea to review the significance of your time at the Suape Industrial and Port Complex. Between January 2019 and January 2023, you held the positions of Planning Director, Port Operations Director, and Managing Director there.

Francisco Martins: Suape has some very special characteristics, because it began as an industrial complex designed for a port whose construction was already planned. It's rated as a crown jewel, due to its role as a catalyst for development in Pernambuco State. This importance means that administrations of any ideological stripe are always aware that professional management is vital for keeping this status quo. During this period, we had administrations that were always focused on driving the growth upcurve by the number of jobs and companies set up, the amounts of different types of cargo shipped, intermodal connections and, above all, orderly settlement in this area.

This commitment led to strategic projects being set up, like the MAERSK/APMT container terminal, the solid bulk terminal, and the consolidation of the pharmaceutical-chemical hub through the expansion of the Aché plant and the largest Blau Group plant. Added to this are advanced discussions on a green hydrogen plant with the Qair Group, and innovative port operations such as the LNG regasification project.

Suape developed and implemented a territorial information system that is a benchmark in Brazil, through which tools

terminal de contêineres da MAERSK/APMT, o terminal de graneis solidários e consolidação do polo fármaco-químico com a ampliação da fábrica da Aché e a instalação da maior planta do Grupo Blau. Além disso, negociações maduras para a planta de Hidrogênio Verde com o Grupo Qair e operações portuárias inovadoras como o projeto de regaseificação do GNL.

Suape desenvolveu e implantou um sistema de informações territoriais que é referência no Brasil, por meio do qual foram desenvolvidas ferramentas que auxiliam desde a operação portuária até o controle patrimonial, tudo em tempo real. Em dezembro de 2022, concluiu-se o Novo Plano Diretor de Suape, permitindo pensar o Complexo Industrial Portuário para as próximas décadas. Tive a oportunidade, como consultor, de coordenar até 2010 e, mais de 10 anos depois, como diretor de planejamento e, depois, como diretor-presidente, de concluir a nova versão.

Ao mesmo tempo, Suape desenvolveu mecanismos de governança robustos e perenes, e uma agenda ESG desafiadora, sendo reconhecida em premiações da AAPA e da ANTAQ.

Em resumo, isso foi o resultado do árduo trabalho de muitas pessoas comprometidas, e torcemos muito para que esse crescimento se mantenha. Tomo como desafio pessoal que se pense o conjunto de portos públicos do Rio, que tem a PortosRio como Autoridade Portuária, de forma planejada, antecipando-se a tendências e consolidando-se como elos protagonistas da complexa malha logística nacional.

RBT - Recentemente, você assumiu a presidência da PortosRio, com o desafio de liderar a administração dos Portos do Rio de Janeiro, Niterói, Itaguaí e Angra dos Reis, logo no início da operação de Garantia da Lei e da Ordem (GLO) e atuação das Forças Armadas nos portos e aeroportos da cidade. Como você avalia essa situação?

Francisco Martins - Acabo de voltar do XXXI Congresso da AAPA, na Colômbia,

were developed to streamline everything, from port operations through to asset control, all in real time. In December 2022, the Suape New Master Plan was completed, paving the way to thinking about this Port Industrial Complex for the coming decades. As a consultant, I was able to coordinate this until 2010 and then to complete the new version more than ten years later, as its Planning Director and then Managing Director.

At the same time, Suape developed long-lasting and robust governance mechanisms, together with a challenging ESG agenda, acknowledged by awards from the American Association of Port Authorities (AAPA) and Brazil's National Waterborne Transport Regulator (ANTAQ).

In short, this was the outcome of the hard work of many committed people, and we very much hope that this growth will continue. I take it as a personal challenge to think about and plan ahead for the cluster of public ports in Rio de Janeiro, under the aegis of PortosRio as the State Port Authority, anticipating trends and consolidating these facilities as protagonists in Brazil's complex logistics network.

RBT - You were recently appointed the Managing Director of PortosRio, with the challenge of heading up the administration of the Ports of Rio de Janeiro, Niterói, Itaguaí and Angra dos Reis, right at the start of the Law and Order Guarantee (GLO) operation and with the Armed Forces posted to the city's ports and airports. How do you assess this situation?

Francisco Martins: I have just returned from the XXXI AAPA Congress in Colombia, where we were invited to present and discuss the issue of port security. In my opinion, the GLO is mainly an excellent opportunity to raise security levels at the Ports of Rio and Itaguaí. As I have said, we are striving to ensure that the post-GLO period sees the implementation of significantly more efficient security systems than were in place before this cooperation with the Brazilian Navy, the Federal Police, the Federal Highway Police, and the Federal Revenue Bureau. In addition to bringing the Vessel Traffic Management Information System (VTMIS) into operation, which is an integrated radar system that allows 24-hour monitoring of any vessel, from its approach to the ports of Rio and Itaguaí, we will also pursue state-of-the-art security technology,

onde fomos convidados para apresentar e debater o assunto da segurança portuária. A GLO, na minha opinião, é mais do que tudo uma excelente oportunidade de elevar o nível de segurança dos Portos do Rio e Itaguaí. Tenho afirmado e estamos trabalhando para que, após o período da GLO, tenhamos implementado sistemas de segurança significativamente mais eficientes do que tínhamos antes da cooperação com a Marinha, Polícia Federal, PRF e Receita Federal. Além de deixarmos operacional o VTMS, sistema de radares integrados que permitirá o monitoramento 24 horas de qualquer embarcação, desde a sua aproximação dos portos do Rio e Itaguaí, buscaremos o estado da arte em tecnologia para a segurança, aliado à valorização e capacitação da nossa Guarda Portuária, que será a operadora de todo o aparato, garantindo esses níveis de excelência pretendidos.

A segurança portuária é um aspecto fundamental para a competitividade dos portos, e Rio de Janeiro e Itaguaí serão referências. Temos contado com todo o apoio do Ministério de Portos e Aeroportos e do Ministério da Justiça para tornar os nossos portos referência de segurança e, consequentemente, mais competitivos na atração de empresas e cargas.

RBT - A PortosRio movimentou um total de 61,5 milhões de toneladas, em 2022, praticamente no mesmo nível de 2021. Quais os gargalos, desafios e oportunidades dos portos do Rio de Janeiro para que haja um crescimento mais acentuado, especialmente nas movimentações de cargas containerizadas?

Francisco Martins - Um dos gargalos é a deficiência dos canais de acesso e internos. O Governo Federal, com recursos do PAC, e a PortosRio, com recursos próprios, já iniciaram um pacote de obras de dragagem e reforços de berços que não se via há muitos anos, principalmente no Rio e em Itaguaí. Esse pacote de obras, aliado ao calado dinâmico, recentemente aprovado pela Capitania dos Portos, reduzirá bastante esse gargalo, permitindo a operação de embarcações de maior porte, principalmente contêineres.

Também estamos trabalhando para agilizar todos

in addition to training and upskilling our Port Guard, which will be operate the entire mechanism, underpinning these intended levels of excellence.

Port security is a fundamental aspect for endowing ports with a keen competitive edge, and Rio de Janeiro and Itaguaí will be yardsticks. We have full support from the Ministry of Ports and Airports and the Ministry of Justice for making Brazilian ports a byword for security. This will consequently make them more competitive for attracting companies and cargoes.

RBT - PortosRio handled a total of 61.5 million tons in 2022, almost the same tonnage as in 2021. What are the bottlenecks, challenges and opportunities faced by the ports of Rio de Janeiro, in terms of faster growth, particularly for handling containerized cargoes?

Francisco Martins: One bottleneck is poor access and internal channels. Using funds from the Accelerated Growth Programme (PAC) the Brazilian Government has already launched a project jointly with PortosRio, which is allocating its own funding. This encompasses a berth reinforcement and channel dredging package that has not been undertaken for many years, especially in Rio and Itaguaí. Together with the dynamic draft recently approved by the Port Authority, this works package will resolve many of these bottlenecks by larger vessels to operate, especially containerships.

We are also streamlining all internal processes, with faster cargo clearance and direct impacts on all related logistics chains.

At a more macro level, the strategies crafted by the Ministry of Ports and Airports are outlining a very promising context for this sector, including tariff incentives, PAC-funded investments in infrastructure, an extension of the RePorto investment incentive programme, and actions buttressing Brazil's logistics chains.

os processos internos, facilitando o desembaraço de cargas, com impacto direto em todas as cadeias logísticas envolvidas.

Em nível mais macro, há um cenário bastante promissor com as estratégias do Ministério dos Portos e Aeroportos para o setor, incluindo incentivos tarifários, investimentos em infraestrutura através do PAC, a prorrogação do Reporto e todas as ações voltadas para o fortalecimento da cadeia logística nacional.

RBT - Considerando que a reforma tributária em tramitação no Congresso Nacional poderá eliminar incentivos fiscais importantes, afetando desde já a decisão de investimentos das indústrias, como você espera manter as cadeias integradas aos portos e ainda atrair novas cargas?

Francisco Martins - Inicialmente vale a pena ressaltar que, em sua grande maioria, os volumes de carga movimentados pelos portos não são consequência direta de incentivos fiscais, mas principalmente das condições locais e de conectividade. Além disso, trabalhamos com a perspectiva de adensamento das cadeias nas áreas de influência dos portos e melhoria contínua da nossa eficiência, e, por consequência, do nosso grau de competitividade.

Em 2024 teremos, possivelmente, o maior pacote de novos arrendamentos entre todos os portos públicos do país, o que, aliado à nova infraestrutura aquaviária de acesso, compõe o cenário de otimismo em relação à integração das cadeias aos portos e à atração de novas cargas.

RBT - As the tax reform currently under examination by the Brazilian Congress may eliminate major tax incentives, thus affecting corporate investment decisions, how do you expect to keep the chains integrated with ports and still attract new cargoes?

Francisco Martins: Initially, it is worth noting that volumes handled by ports are not usually direct consequences of tax incentives, but rather reflect conditions such as locations and connections. Moreover, we work from the standpoint of stepping up the density of chains in port areas of influence, while continuously upgrading our efficiency, and honing our competitive edge.

In 2024 we will possibly have the largest package of new leases and charters among all public ports in Brazil. Together with the new waterway access infrastructure, this underpins an upbeat context for integrating chains with ports and attracting new cargoes.

RBT - A pandemia da Covid-19 e a Guerra da Ucrânia, grandes eventos recentes que impactaram o mundo, levaram várias empresas do setor de comércio exterior a repensar a logística internacional, principalmente em decorrência das mudanças de rotas de navegação, aumentos dos fretes marítimos, falta de insumos e espaços nos navios para cargas containerizadas. Essa situação reacendeu o conceito *nearshoring*, muito utilizado na área de tecnologia, para a atração de novos empreendimentos exportadores. Você acha o *nearshoring* uma possível tendência para o setor portuário, nos próximos anos?

Francisco Martins - Sem dúvida alguma. Estaremos em permanente preparação para captarmos essas cargas, pois nossos portos têm localização estratégica para várias rotas e favorecem o adensamento de cadeias produtivas. Foi objeto de debate muito destacado no último Congresso da AAPA de Barranquilla, onde estivemos presentes, diante da perspectiva de que o *nearshoring* possa, em estimativa do BID, gerar US\$ 78 bilhões a mais em exportações na América Latina e Caribe.

A fórmula para captar esses recursos é a melhoria do ambiente de negócios. O potencial de mercado do Brasil, aliado a uma infraestrutura que lastreie o fortalecimento desses novos clusters, fará com que o país se credencie como uma das melhores opções. É nesse sentido que diversas instâncias do Governo Federal estão trabalhando de forma sinérgica, e o Ministério de Portos está fazendo a sua parte em relação aos portos públicos, seja através da evolução do marco regulatório, ou pela ampliação dos investimentos em infraestrutura. Além disso, o fato de o Brasil estar de volta como protagonista em blocos como o Mercosul e o G-20 contribuem sobremaneira para esse processo.

RBT - Como a regulação portuária afeta a verticalização das cadeias industriais com os terminais portuários? A diferença de tratamento regulatório entre TUPs e portos públicos causa impactos no setor portuário?

Francisco Martins - Vejo um processo de evolução crescente no marco regulatório nacional para o setor e essa é uma das diretrizes

RBT - Two major recent events with global impacts – the Covid-19 pandemic and the Ukraine war – are prompting many companies in the foreign trade sector to rethink their international logistics, due mainly to shifts in shipping routes, higher marine freight rates, shortages of input materials, and a lack of space on ships for containerized cargoes. This situation rekindled the nearshoring concept that is widely used in the technology field, for attracting new export enterprises. Do you think nearshoring is a possible trend for the port sector in the coming years?

Francisco Martins: Without a doubt. We will be on permanent alert to attract these cargoes, as our ports are strategically located for several routes, underpinning production chain densification. This issue was explored during a major discussion at the last AAPA Congress in Barranquilla that we attended, due to the prospect that nearshoring could generate USD 78 billion more in exports for Latin America and the Caribbean, as estimated by the Inter-American Development Bank (IDB).

The formula for raising these funds lies in upgrading the business environment. Buttressed by infrastructure that strengthens these new clusters, Brazil's market potential places it among the best options. Several Federal Government departments are already working synergistically in this area. At the same time, the Ministry of Ports is doing its part for public ports, through either fine-tuning of regulatory frameworks, or stepping up investments in infrastructure. Furthermore, the fact that Brazil is back as a leading player in blocs such as the Mercosur and the G-20 is also fuelling this process.

RBT - How do port regulations affect industrial chain verticalisation with port terminals? Do differences in regulatory treatment between private terminals and public ports have any impacts on the port sector?

Francisco Martins: I see a process of steady development in Brazil's regulatory framework for this sector. Indeed, this is one of the Ministry of Ports guidelines that was firmed up quite some time ago through the efforts of ANTAQ.

do Ministério de Portos que tem se consolidado já há algum tempo com os esforços da ANTAQ.

Particularmente, não sou adepto da demonização da verticalização e entendo que há complementaridade entre os TUPs e portos públicos. Isso fica muito evidente tanto em Suape, com os TUPs inicialmente planejados para a indústria naval e posteriormente revocacionados para terminais de contêineres, quanto também aqui no Estado do Rio, onde há uma convivência harmônica e complementar entre os portos públicos e nada menos do que 18 TUPs, com grande diversidade de tipologia de cargas movimentadas e operações.

RBT - Como a matriz energética mais limpa pode contribuir para a atração de empreendimentos industriais integrados aos portos?

Francisco Martins - No meu entendimento essa é uma tendência consolidada e irreversível em nível mundial. Agora, diante do sofrimento da população e do impacto na atividade econômica, os efeitos da mudança climática não podem mais ser ignorados, sem qualquer espaço para o negacionismo. O Brasil, felizmente, já conta com uma matriz energética menos impactante e o potencial de crescimento é imenso.

Portos que ofereçam a possibilidade de abrigar empreendimentos de produção de energia limpa, como o hidrogênio verde, com uma oferta de energia de fontes limpas, geradas *in situ* ou não, estarão à frente para atrair empreendimentos de significativo porte.

No caso do Rio de Janeiro, observamos um grande interesse em empreendimentos vinculados à produção de hidrogênio em Itaguaí, que, uma vez concretizados, certamente desencadearão o surgimento do que se pode chamar “clusters energéticos”. Planejamos lançar em 2024 um processo de concorrência em uma área da hinterlândia do porto para a instalação desse primeiro empreendimento.

Personally, I am not a fan of demonising verticalisation, and I feel that there are complementary aspects shared by private terminals and public ports. This is very evident at Suape, where private terminals initially planned for the shipbuilding industry were later repurposed into container terminals, and also here in Rio de Janeiro State, where public ports coexist harmoniously with no less than eighteen complementary private terminals, handling a wide variety of cargoes through many types of operations.

RBT - How can the cleaner energy matrix burnish the appeal of industrial enterprises integrated with ports?

Francisco Martins: In my opinion, this irreversible trend is already firmly established worldwide. Today, the effects of climate change can no longer be ignored, in the face of so much suffering for populations and impacts on economic activities, with no room for denialism. Fortunately, Brazil already has an energy matrix whose impacts are lighter, with immense growth potential.

Ports that offer possibilities for hosting clean energy projects – such as green hydrogen – generated on site (or not) from clean sources, will be at the forefront for attracting major enterprises.

In Rio de Janeiro, there is much interest in hydrogen production projects in Itaguaí. Once implemented, this will certainly trigger the appearance of what could be called energy clusters. In 2024, we plan to launch a bidding process for setting up an initial venture of this kind in the port hinterland area.

RBT - Por fim, os acessos portuários marítimos e terrestres são gargalos importantes que prejudicam a produtividade e competitividade dos portos brasileiros. Como você entende essa situação e quais seriam as soluções mais adequadas e rápidas?

Francisco Martins - Nesse aspecto, os portos do Rio de Janeiro mostram-se como diferenciados. No âmbito dos acessos terrestres, artérias importantes como o Arco Metropolitano, as melhorias da Rio - Santos e o conjunto das rodovias que ligam o Estado a Minas Gerais deram um certo alívio em relação aos gargalos, mas ainda há desafios importantes a serem superados, como a fluidez comprometida da Dutra.

Em relação aos acessos marítimos, o Governo Federal mostra o seu compromisso com a solução desses gargalos por meio de um pacote de investimentos em dragagens no Rio e em Itaguaí que há muito não se via. E há de se mencionar também o acordo entre a PortosRio e a Prefeitura de Niterói, que, além de viabilizar um novo terminal pesqueiro, trará a retificação do canal de acesso ao porto.

RBT - Finally, maritime and overland port access routes are major bottlenecks that blunt the competitiveness and curb the productivity of Brazilian ports. How do you see this situation? And what would be the quickest and most appropriate solutions?

Francisco Martins: In this aspect, the ports of Rio de Janeiro are all quite different. In terms of overland access, major arteries such as the Metropolitan ring-road, improvements to the Rio-Santos highway, and repairs to the network of highways running to Minas Gerais State, have eased these bottlenecks to some extent. Nevertheless, there are still massive challenges to overcome, such as clogged traffic flows along the Dutra Highway.

Looking at maritime access, the Brazilian Government is demonstrating its commitment to solving these bottlenecks through a dredging investment package for Rio and Itaguaí that is unparalleled in recent memory. It is also worth mentioning the agreement between PortosRio and the Niterói City Hall, which will straighten the access channel to this port, in addition to ensuring the feasibility of a new fisheries terminal.





UMA SUSTENTAÇÃO ESTATÍSTICA PARA O INVESTIMENTO EM INFRAESTRUTURA

Adriano Bragança Claudio

RESUMO

Uma análise de regressão linear foi feita usando dados públicos de nível de investimento no setor de infraestrutura e o crescimento do PIB per capita de um país para um grupo de 47 nações entre 1995 e 2021. Os resultados foram que, para todos os países, cada 1% do PIB de uma nação que é alocado em infraestrutura logística pode aumentar o PIB per capita em 0,64% no ano seguinte apenas, e em 0,45% para países de renda média. Ambos os resultados são estatisticamente significantes considerando um intervalo de confiança de 95%. Adicionalmente, o artigo apresenta recomendações para líderes de projeto, legisladores e investidores sobre como maximizar os retornos neste tipo de investimento.

Palavras-chave: Infraestrutura, desenvolvimento econômico, mercados emergentes, análise de regressão linear.

ABSTRACT

A linear regression analysis was performed using public data on investment levels in the infrastructure sector and per capita GDP growth per capita GDP for a group of 47 countries between 1995 and 2021. The findings for all countries were that each 1% of a nation's GDP allocated to logistics infrastructure can boost its per capita GDP by 0.64% the following year, and by 0.45% for medium-income countries. Both findings are statistically significant for a 95% confidence interval. Moreover, this paper presents recommendations for project leaders, policy makers, and investors on how to maximize returns on this type of investment.

Keywords: Infrastructure, economic development, emerging markets, linear regression analysis.

1. INTRODUÇÃO

Está bem estabelecido que uma infraestrutura robusta está associada à riqueza e ao bem-estar gerais de uma região. A vida moderna em uma região desenvolvida requer rodovias, ferrovias, portos, aeroportos e outras instalações confiáveis necessárias para que a sociedade tenha os confortos que deseja enquanto vai ao encalço de suas ambições.

Contudo, a associação entre riqueza e boa infraestrutura é somente uma correlação, ou existe ali também alguma causalidade?

Em outras palavras, as economias mais ricas têm melhor infraestrutura porque já têm mais recursos, ou o investimento em infraestrutura é um incentivo para que uma nação fique mais rica?

Neste estudo, dados históricos (1995 – 2021) de 47 países foram coletados para ajudar a responder esta questão. Os resultados foram que o investimento em infraestrutura pode, sem dúvida, impulsionar o enriquecimento de uma nação, mas apenas para os países não classificados como de renda alta.

2. METODOLOGIA

Vamos começar definindo o fundamento lógico para a análise e descrevendo a nossa hipótese. Por que uma infraestrutura de transporte melhor tornaria um país mais rico? Nota: este estudo considera “rico” ou “próspero” como a capacidade de gerar renda, que é aplicável às nações e seus cidadãos.

Para gerar renda, pessoas e empresas vendem produtos ou prestam serviços. Para aumentar esta renda, elas devem vender mais, cobrar mais ou encontrar uma combinação dessas duas opções, por vezes até reduzindo uma enquanto aumentam a outra por um fator maior. A isso se chama elasticidade. A Enciclopédia Britânica define ‘elasticidade’ como ‘uma medida de capacidade de resposta de uma variável econômica para outra. Uma variável y (por exemplo, a demanda por um produto específico) é elástica com respeito a outra variável x (por exemplo, o preço do produto) caso y seja muito responsiva a mudanças em x ;

em contraste, y é inelástica com respeito a x caso y apresente uma resposta reduzida (ou nenhuma) a mudanças em x ”. (Bondarenko, n.d., para. 1). Então, para um produto altamente elástico, uma pequena redução de preço pode aumentar grandemente a quantidade de produtos vendidos, assim aumentando a renda total do vendedor.

A capacidade de alterar o preço é limitada pela quantidade da concorrência (ou de produtos substitutos) no mercado, enquanto a capacidade de vender mais está limitada (pelo menos parcialmente) ao alcance de uma empresa. Outro limite óbvio às quantidades vendidas é a demanda do consumidor. Contudo, este artigo não discute a dinâmica da demanda do mercado; em vez disso, ele se concentra no aspecto do aumento da quantidade explicado por um alcance maior, assim respondendo às necessidades de novos consumidores.

Nem sempre é possível influenciar a concorrência, então um alcance maior pode às vezes ser a melhor maneira de crescer. Um exemplo: quando um agricultor que está cultivando o seu produto de forma mais eficiente e sustentável do que a sua concorrência vive em algum lugar com acesso físico limitado, ele só pode vender para a sua comunidade local, não tendo acesso a mais clientes em outras regiões. Os consumidores em outros lugares não têm outra opção além de comprar de agricultores menos eficientes, possivelmente até pagando mais por produtos de qualidade inferior. Mas se novas rodovias, ferrovias ou portos econômicos e sustentáveis forem construídos e pudessem despachar produtos mais frescos com mais rapidez e de forma mais barata, a dinâmica do mercado seria alterada, favorecendo os agricultores com produtos melhores e mais econômicos. Indo além no nosso exemplo, os agricultores teriam acesso não somente a novos consumidores, mas também a novos fornecedores que vendem insumos melhores e mais baratos, assim tornando seu rendimento até mais atraente.

Este exemplo ilustra como uma infraestrutura melhor pode trazer benefícios econômicos aos fabricantes de produtos. Mas só para garantir uma abordagem abrangente, vamos considerar um novo cenário em que as pessoas são transportadas, e não as cargas. A otimização dos fluxos de pessoas a baixos custos também traz muitos benefícios econômicos. Isso inclui: deslocamentos menores (assim aumentando a produtividade do trabalhador com mais tempo de lazer) expandindo os bancos de talento para as empresas; ampliando as áreas operacionais dos provedores de serviço; e até atraindo mais visitantes para destinos de férias.

Em suma, a infraestrutura é a espinha dorsal do ecossistema econômico

desenvolvido. Ser capaz de encontrar qualquer pessoa e despachar qualquer coisa para qualquer lugar é o que distingue os estilos de vida atuais daqueles que os precederam. Qualquer região sem instalações adequadas seria excluída do resto do mundo (e por vezes até de si mesma), limitando o seu potencial de crescimento.

2.1. Seleção de dados

Dois conjuntos de dados foram necessários para realizar esta análise: quanto cada país investiu em infraestrutura; e como sua riqueza total aumentou. Através de uma regressão entre essas variáveis, podemos inferir que uma afeta a outra, e analisar a significância estatística do seu relacionamento.

O primeiro conjunto de dados foi coletado da OCDE: investimentos totais em infraestrutura de transporte ao longo dos anos de cada um de seus membros (e alguns outros países selecionados), mostrados como um percentual de seus respectivos PIBs para cada exercício (OCDE, 2023). Esses números incluem investimentos públicos e privados em rodovias, ferrovias e vias navegáveis interiores, envolvendo a construção de novos ativos e melhorias (por exemplo, reparos e manutenção) às instalações existentes. Mas não incluem infraestrutura não relacionada ao transporte, como torres de telecomunicações ou instalações de geração de energia e transmissão.

O segundo conjunto de dados foi coletado do Banco de Dados do Banco Mundial: o percentual anual da taxa de crescimento do PIB per capita baseado na moeda local e ajustado pela inflação (Banco Mundial BIRD/AID, 2023). Muitas variáveis – como o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) – poderiam ser usadas para medir se uma nação está em melhores condições após investimentos específicos ou outros tipos

de ação. Ainda assim, o crescimento do PIB per capita foi selecionado porque o propósito é descobrir se a população de uma nação cresceu mais rica de um exercício para o seguinte, em média. O que uma nação faz com esta nova renda (além de reinvestir em infraestrutura) está fora do escopo deste artigo.

2.2. Escopo do país

Os países incluídos nesta análise devem atender a dois requisitos. Primeiro, eles devem ter dados disponíveis pelo menos para a metade do período analisado (no mínimo treze dos 27 anos do escopo). Os países com poucos dados podem induzir tendências ao distorcer os resultados, não mostrando como evoluíram ao longo do tempo. Segundo, os países devem ter uma área terrestre mínima, assim excluindo nações pequenas, mas com alta densidade, ou territórios como Mônaco, Hong Kong e Singapura. Embora alguns desses territórios sejam referências globais de desenvolvimento em infraestrutura e progresso econômico (até justificando um estudo devotado apenas a eles), suas dimensões tornam as suas necessidades bastante exclusivas para que sejam incluídas em um estudo que busca insights gerais que possam ser replicados em outros lugares. Em consequência, foi estabelecido um limite da área terrestre para esta análise, de no mínimo 10.000 quilômetros quadrados (3.900 milhas quadradas), equivalente ao tamanho do Líbano ou do estado de Connecticut nos EUA.

Após aplicar esses filtros, a lista resultante de 47 países foi então dividida em grupos de renda, com base no seu ranking do Banco Mundial para o exercício fiscal de 2023. Os países incluídos eram:

Renda alta (33): Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Croácia, Tchêquia, Dinamarca, Estônia, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Hungria, Islândia,

Irlanda, Itália, Japão, Letônia, Lituânia, Países Baixos, Nova Zelândia, Noruega, Polônia, Portugal, Romênia, República Eslovaca, Eslovênia, Coreia do Sul, Espanha, Suécia, Suíça, o Reino Unido e os EUA.

Renda média (14): Albânia, Azerbaijão, Bielorrússia, Bulgária, China, Geórgia, Índia, México, Moldova, Montenegro, Macedônia do Norte, Rússia, Sérvia e Turquia.

O Banco Mundial divide o grupo de Renda Média em dois subgrupos: Renda Média Superior e Renda Média Inferior. A Índia era o único país de renda média inferior que cumpria os dois critérios de seleção descritos acima. Para os fins da inclusão de dados mais pertinentes e valiosos possível neste estudo, foi decidido incluir a Índia na análise, agrupando-a com os países de renda média superior para formar um grupo unificado que será denominado apenas como Renda Média de agora em diante. Nenhum outro país de renda baixa cumpria os critérios de seleção para esta análise.

2.3. Pressupostos sobre a interdependência entre as variáveis

A hipótese a ser testada é: um investimento maior em infraestrutura pode levar a rendas mais altas da população? Em outras palavras: investir mais neste setor enriquece as pessoas, enquanto investir menos as empobrece? Ou, em termos estatísticos, a hipótese nula (marcada para rejeição) significa que uma mudança no investimento em infraestrutura não causa impacto ao enriquecimento de uma nação.

O desafio em fazer quaisquer associações entre essas variáveis é que o setor de infraestrutura em geral tem períodos de payback excepcionalmente longos. A construção de uma nova rodovia ou ferrovia com todas as suas instalações de apoio (por exemplo, terminais, postos de serviço) pode levar vários anos e os retornos sobre os investimentos podem se arrastar por décadas.

Para simplificar este problema, precisamos de pressupostos que, embora não sejam perfeitos, tenham alguma fundamentação lógica para a sustentação de uma análise. O pressuposto usado aqui é que a maior parte dos benefícios dos investimentos feitos a cada exercício (Ano Zero) ocorre no exercício seguinte (Ano Um). Deve ser lembrado que não se trata de payback financeiro para os investidores do projeto (que pode levar um tempo excepcionalmente longo, como mencionado), mas sim os benefícios para as comunidades locais ou regionais decorrentes de uma instalação nova e próxima.

Sabemos que receber todo o benefício quase imediatamente (durante o exercício subsequente) não é necessariamente verdadeiro. A maioria dos projetos leva mais tempo do que um ano para ser concluída e disponibilizada ao público. Além disso, até após a sua conclusão, uma nova instalação pode levar mais tempo para maximizar seus benefícios através do uso de sua capacidade total, pois as pessoas levarão algum tempo a mais para se adaptar totalmente a esta nova opção.

Contudo, não é inconcebível considerar este pressuposto como verdadeiro, pelo

menos em parte. Primeiro, porque os principais projetos de investimento não estão limitados apenas ao seu primeiro ano: Entradas de caixa estáveis são necessárias durante todo o seu ciclo de vida (e por isso os projetos normalmente são interrompidos quando termina o financiamento). Segundo, porque a etapa de construção já beneficia comunidades vizinhas ao gerar empregos e aquecer as economias locais. Para projetos maiores e mais longos, novos povoados normalmente surgem ao redor dos locais de construção, algumas vezes até se tornando municípios permanentes. E finalmente, porque os dados do investimento em infraestrutura usados neste estudo não incluem somente investimentos em novos projetos: eles também abarcam investimentos na conservação e atualizações nas redes existentes. Em geral com instalações menos intensivas em capital do que as novas, esse tipo de projeto é muito mais frequente e leva menos tempo, de modo que seus benefícios são desfrutados mais prontamente.

É por isso que o pressuposto de que investimentos em infraestrutura se refletem em aumentos na renda da população no ano seguinte pode ser aceito como um pressuposto plausível que sustenta esta análise.

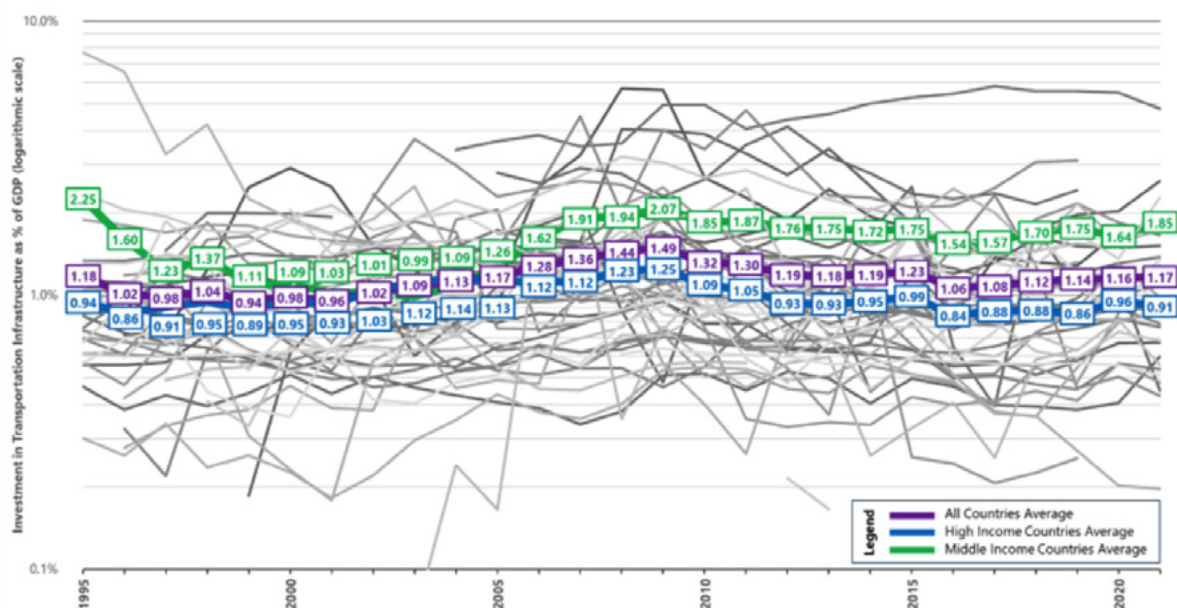
3. RESULTADOS

3.1. Curvas de aumento do investimento e da renda

Imediatamente após a coleta dos dados, a primeira etapa é ter noção de como cada variável se comporta. O Anexo 1 mostra os níveis de investimento em infraestrutura de transporte para todos os países dentro do escopo deste artigo, como um percentual de seus respectivos PIBs. Cada linha cinza representa um país e as

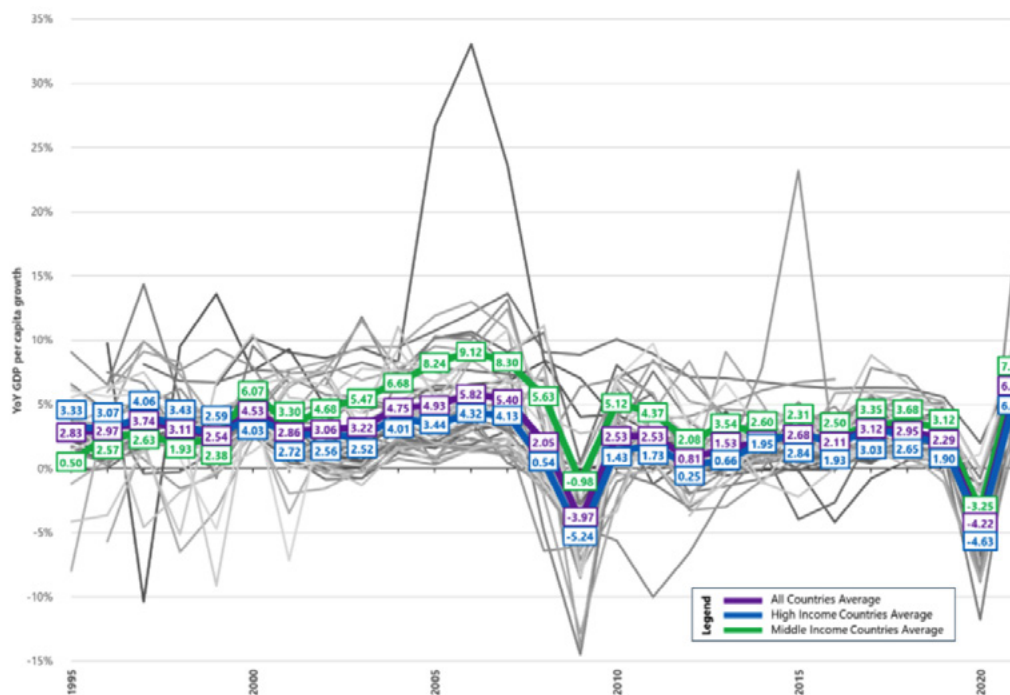
linhas mais grossas roxas, azuis e verdes representam os valores médios para Todos os Países, Países de Renda Alta e Países de Renda Média, respectivamente. O Anexo 2 mostra mudanças nas rendas médias do PIB per capita de cada país, ajustadas pela inflação, usando o mesmo código de cores.

Anexo 1 - Investimentos em infraestrutura de transporte como % do PIB



Fonte de dados: OCDE (2023). Análise e representação visual pelo autor. As linhas mais grossas mostram níveis de investimento médio para cada grupo de países a cada ano. Algumas caixas de dados foram movidas manualmente para mostrar as três linhas médias simultaneamente.

Anexo 2 - Mudanças anuais no PIB per capita, ajustadas pela inflação

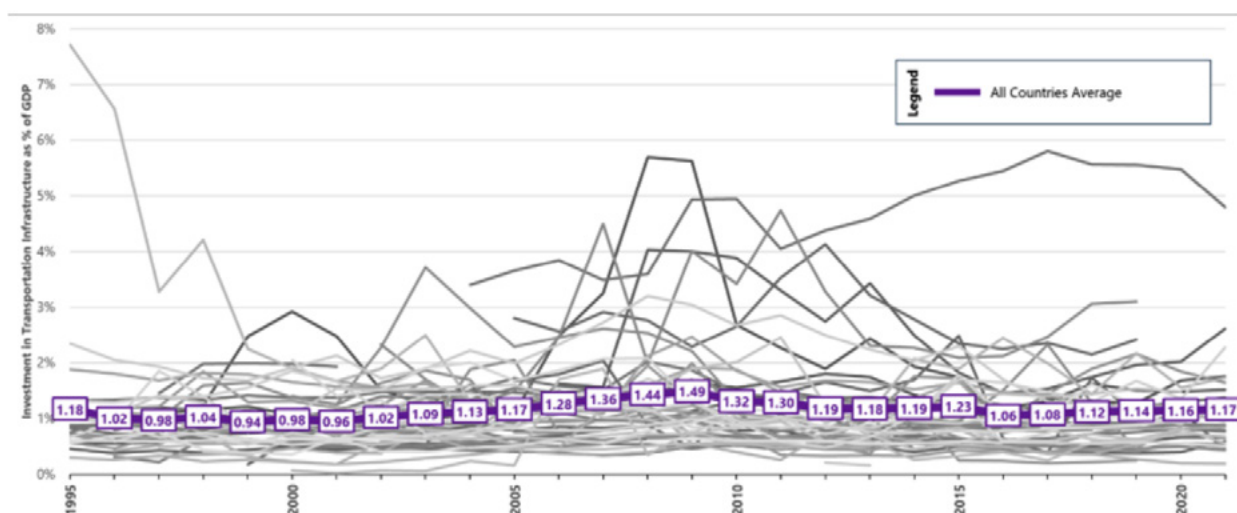


Fonte de dados: Banco Mundial (2023). Análise e representação visual pelo autor. As linhas mais grossas mostram o crescimento médio do PIB per capita para cada grupo de países a cada ano. Algumas caixas de dados foram movidas manualmente para mostrar as três linhas médias simultaneamente.

Os Anexos a seguir nesta seção fornecem as mesmas informações por grupo de renda, para um entendimento melhor de como essas variáveis se comportam.

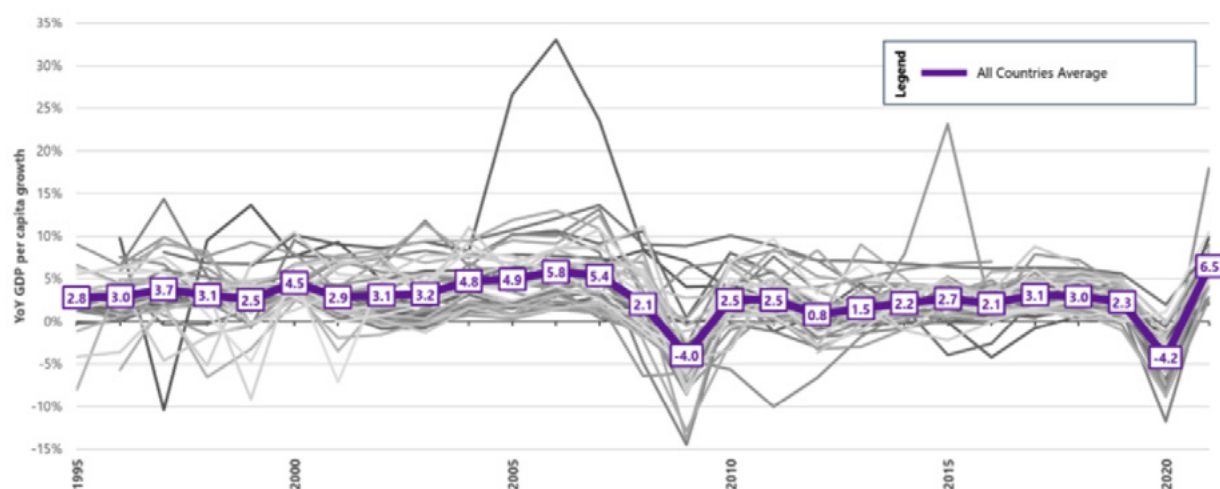
O Anexo 3 mostra os níveis de investimento em infraestrutura de transporte para todos os países no escopo, enquanto o Anexo 4 apresenta as mudanças na renda média de cada país.

Anexo 3 – Investimentos em infraestrutura de transporte como % do PIB – Todos os países



Fonte de dados: OCDE (2023). Análise e representação visual pelo autor. A linha mais grossa é o nível de investimento médio para todos os países a cada ano.

Anexo 4 – Mudanças anuais no PIB per capita, ajustadas pela inflação – Todos os países



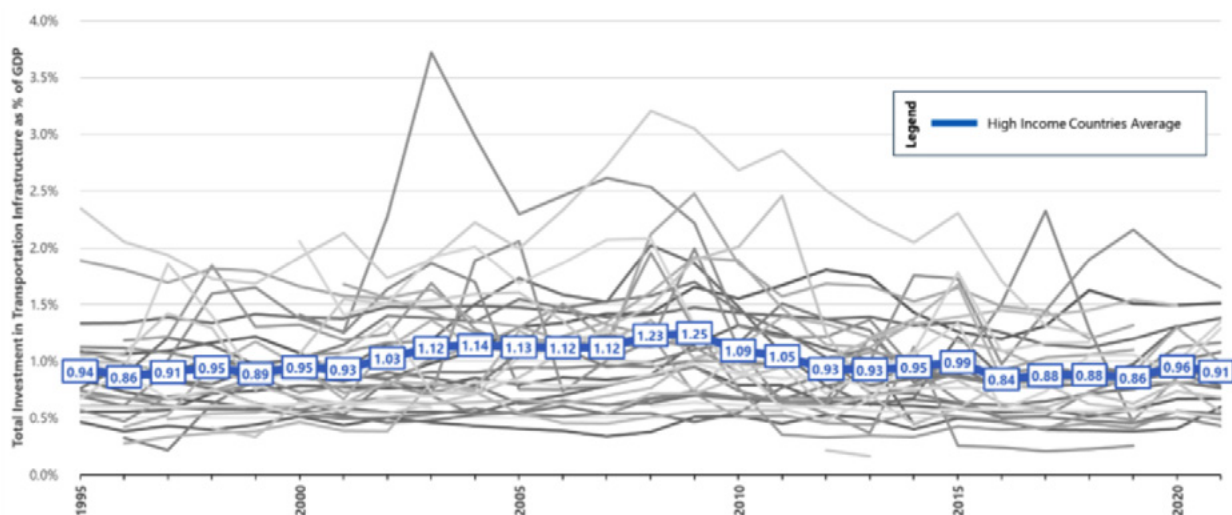
Fonte de dados: Banco Mundial (2023). Análise e representação visual pelo autor. A linha mais grossa é o nível de investimento médio do PIB per capita para todos os países a cada ano.

Algumas observações já visíveis são que os níveis de investimento no setor sob análise são quase constantes. Salvo para alguns valores discrepantes, os países geralmente apresentam níveis de investimento em infraestrutura bastante estáveis, mudando apenas alguns pontos básicos ano a ano. A média para todos os países (a linha mais grossa) permanece ligeiramente acima de 1% durante a maior parte do ano do escopo, salvo alguns momentos atípicos (como a crise financeira de 2008-2009). O nível de investimento médio para todo o período foi de 1,16%. Por outro lado, o crescimento do PIB per capita flutuou mais ao longo do tempo. Os efeitos das crises globais durante a última década (crise financeira de 2008-2009 e a pandemia da COVID-19 em 2020)

foram bastante visíveis.

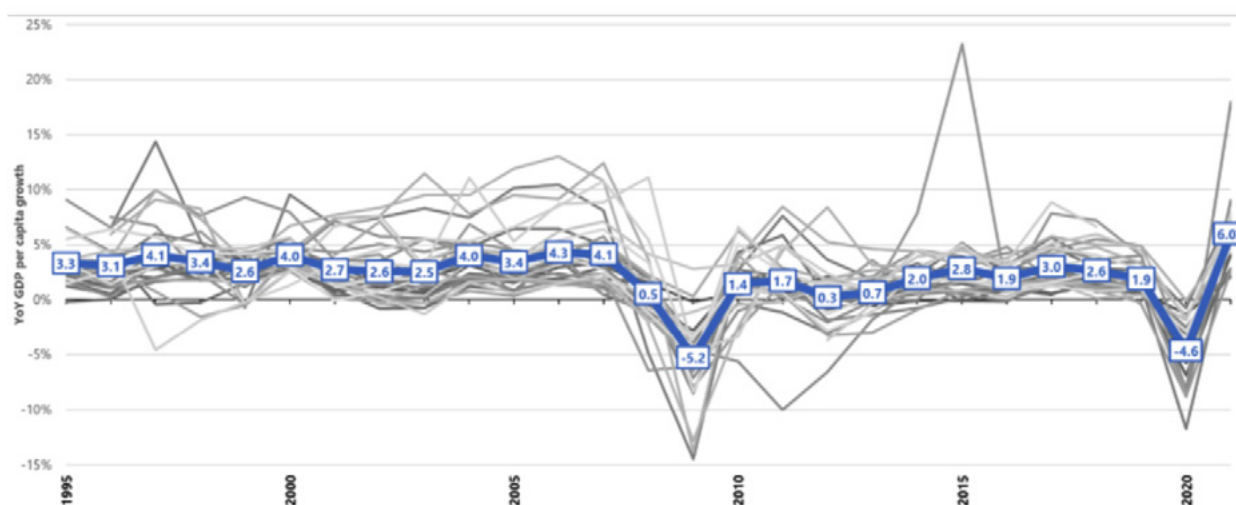
A seguir, os dados foram divididos em dois grupos de estudo abarcados pelo escopo deste artigo. Em média, as economias de renda alta direcionavam 1,00% de seu PIB para a infraestrutura a cada ano do período analisado (Anexo 5), que é menor do que a média agregada de 1,16%. Esta observação fará sentido futuramente nesta análise, quando examinarmos o retorno esperado sobre este tipo de investimento. Ao mesmo tempo, seu crescimento anual da renda flutuou em cerca de 3% a 4% durante o final de 1990 e o ano 2000, caindo para algo entre 1% e 2% durante os anos 2010 (Anexo 6).

Anexo 5 – Investimentos em infraestrutura de transporte como % do PIB Países de alta renda



Fonte de dados: OCDE (2023). Análise e representação visual pelo autor. A linha mais grossa é o nível de investimento médio para todos os países de renda alta a cada ano.

Anexo 6 – Mudanças anuais no PIB per capita, ajustadas pela inflação – Países de alta renda

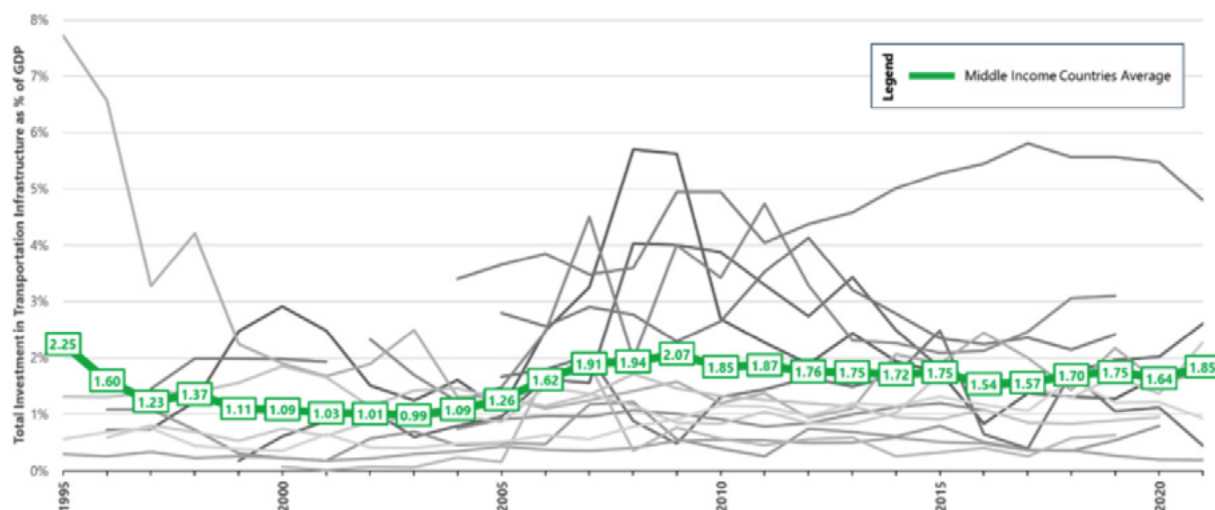


Fonte de dados: Banco Mundial (2023). Análise e representação visual pelo autor. A linha mais grossa é o crescimento médio do PIB per capita para países de renda alta a cada ano.

Para os países de renda média, ambas as variáveis se mantiveram em um nível mais alto em relação aos países de renda alta: Os investimentos em infraestrutura médios

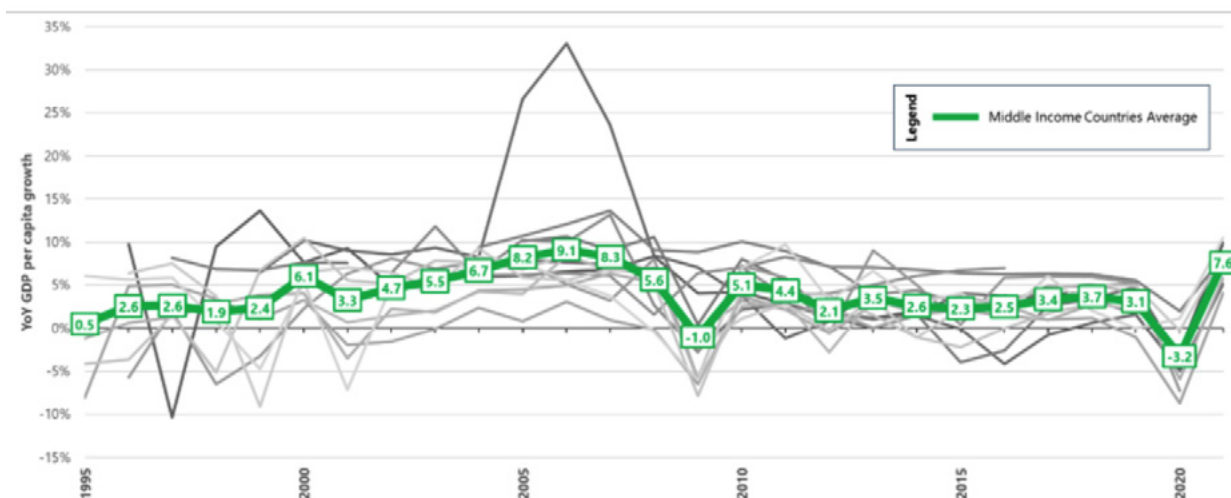
ficaram entre 1% e 2% (Anexo 7), com a média em 1,59%, enquanto o crescimento da renda apresentava uma média de 3,98% durante todo o período (Anexo 8).

Anexo 7 – Investimentos em infraestrutura de transporte como % do PIB Países de renda média



Fonte de dados: OCDE (2023). Análise e representação visual pelo autor. A linha mais grossa é o nível médio de investimento para países de renda média a cada ano.

Anexo 8 – Mudanças anuais no PIB per capita, ajustadas pela inflação Países de renda média



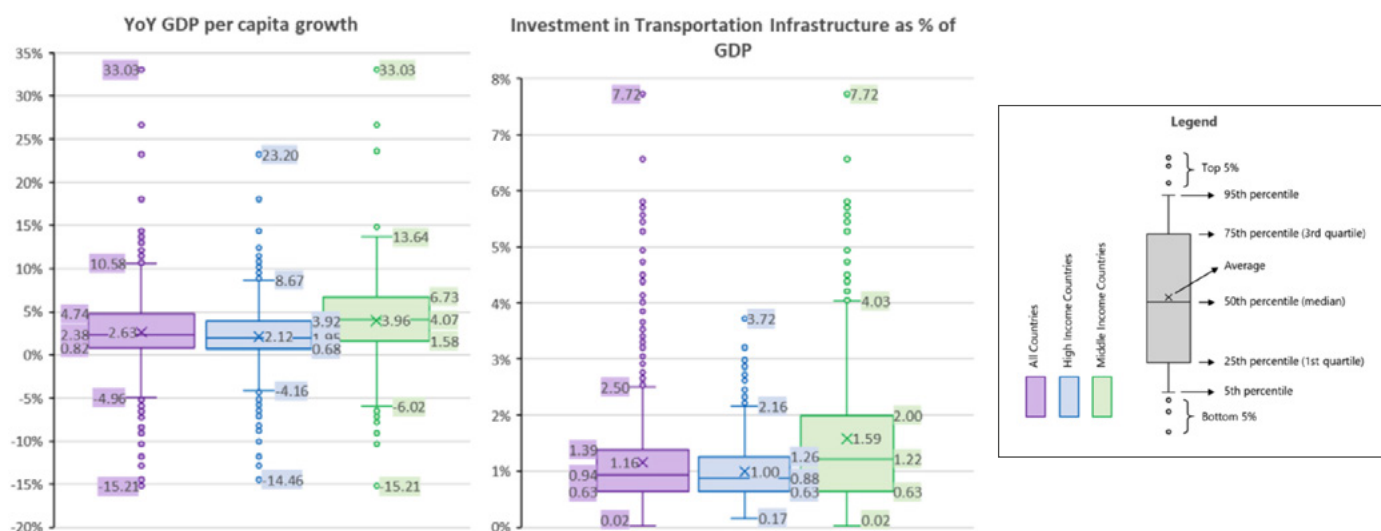
Fonte de dados: OCDE (2023). Análise e representação visual pelo autor. A linha mais grossa é o nível de investimento médio para todos os países de renda alta a cada ano.

3.2. Correlação entre variáveis

A partir da ideia de como se comportavam as variáveis abarcadas pelo escopo deste artigo, agora podemos analisar as correlações e

causas hipotéticas entre elas. Como uma etapa final antes da realização da regressão; plotamos os pontos de dados em um gráfico descritivo para compreender a sua distribuição. Este gráfico é apresentado como Anexo 9:

Anexo 9 – Distribuição descritiva de variáveis independentes e dependentes



Fontes de dados: OCDE (2023) e Banco Mundial (2023). Análise e representação visual pelo autor. n (todos os países) = 1131; n (países de renda alta) = 816; n (países de renda média) = 315

Embora a maioria dos pontos de dados esteja concisamente agrupada perto da média e da mediana para cada grupo de dados, ainda há uma quantidade considerável de observações que flutuam significativamente para cima e para baixo. Em geral, esses casos atípicos podem ser removidos da análise, mas neste estudo ficou decidido manter todos os pontos de dados para maximizar a quantidade de observações, já que os países de renda média têm menos dados disponíveis do que os países de renda alta. Além disso, os valores superiores e inferiores não são tão frequentes quanto os valores próximos ao meio, de modo que não é esperado que mantê-los impactaria os resultados de forma significativa.

Com um entendimento melhor da distribuição das variáveis, agora podemos realizar a regressão. Faremos isso determinando a variável independente (também conhecida como a "alavanca que podemos ajustar") como o investimento em infraestrutura no ano X e a variável dependente (também conhecida como "retorno sobre o investimento") como o crescimento no PIB per capita no ano X+1. Cada observação no modelo é um par de valores que inclui o nível de investimento para um determinado país e o ano no eixo horizontal, e o crescimento na média da renda para aquele país no ano seguinte no eixo vertical. Plotar essas observações em um gráfico disperso e adicionar uma linha de tendência para a regressão linear resulta no gráfico do Anexo 10.

Anexo 10 – Plotagem dispersa entre investimento em infraestrutura e crescimento do PIB per capita – todos os países



Fontes de dados: OCDE (2023) e Banco Mundial (2023). Análise e representação visual pelo autor. n = 1131

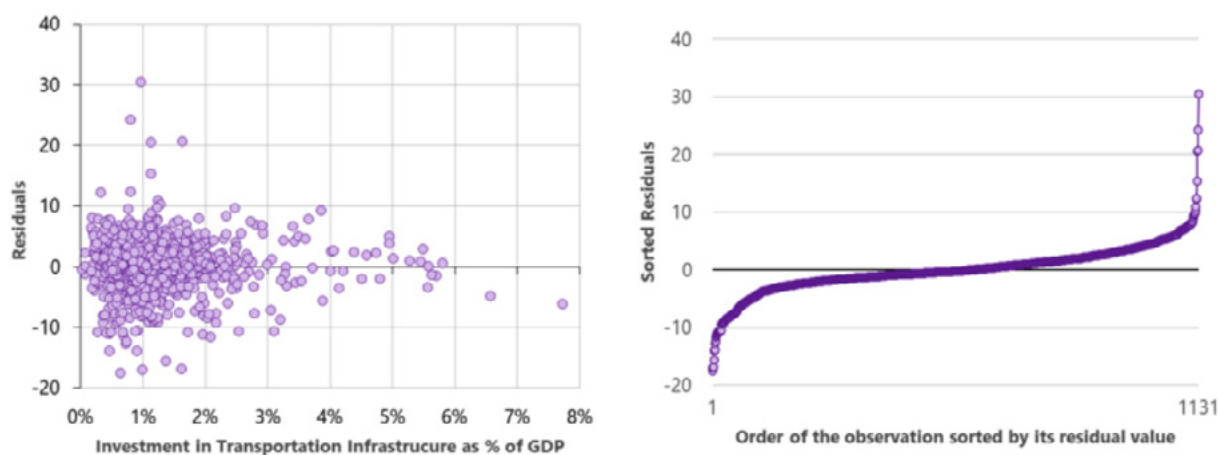
O Anexo 10 mostra que as variáveis podem estar bem dispersas, com todos os tipos de combinações possíveis entre investimento em infraestrutura e crescimento da renda. Entretanto, uma concentração maior é evidente no quadrilátero mais grosso formado pelas linhas verticais indicando 0% e 2% para o nível de investimento em infraestrutura, e as linhas horizontais indicando 0% e 10% para o crescimento do PIB per capita anual.

Agora, se nos concentrarmos na correlação entre as variáveis, podemos ver que a inclinação positiva da linha de tendência indica uma correlação positiva entre elas. Os valores da linha de tendência (inclinação positiva de 0,639 e constante de 1,89) podem ser interpretados como segue: **Na média e considerando todas as outras coisas iguais, os países devem esperar um aumento na renda da sua população de 1,89% ao ano acrescido de 0,64% para cada percentual do PIB direcionado para a infraestrutura.** Por exemplo, um país hipotético que planeja investir 2% do seu PIB em infraestrutura de transporte neste ano deve esperar que o seu PIB

per capita aumente em termos reais (acima da inflação) em $1,89\% + (2 \times 0,64\%) = 3,17\%$ de um ano até o próximo. Isso significa que, para todo US\$ 10.000 no PIB per capita no primeiro ano, o novo valor seria de US\$ 10.317 acrescido da inflação para o exercício.

O modelo de regressão apresentava um erro padrão de 0,2026 para a interceptação (que assim variaria de **1,6899** até **2,0950**) e 0,1409 para a inclinação (que variaria de **0,4982** até **0,7801**). Os valores residuais (ou erros) do modelo estão apresentados no Anexo 11. À esquerda, são mostrados os residuais entre os números esperados do crescimento do PIB per capita e os valores observados, enquanto à direita são mostrados os mesmos residuais por valor. Há observações que diferem bastante de seus valores esperados, com base no modelo de regressão, como visto nos picos para baixo e para cima à esquerda e à direita do segundo gráfico respectivamente, embora a maioria das observações não apresentem essas diferenças impactantes. Os erros mais significantes estão no nível de investimento mais baixo (menos de 2% do PIB).

Anexo 11 – Valores residuais do modelo de regressão – todos os países



Fontes de dados: OCDE (2023) e Banco Mundial (2023). Análise e representação visual pelo autor. n = 1131

Vamos analisar agora como este relacionamento se comporta para os dois subconjuntos da amostra analisada. Começando com os países de renda

alta, o Anexo 12 mostra que a inclinação da linha de tendência é muito menos pronunciada em 0,16, enquanto o fator de correlação R-quadrado (R^2) é quase zero.

Anexo 12 – Plotagem dispersa entre investimento em infraestrutura e crescimento do PIB per capita – países de renda alta

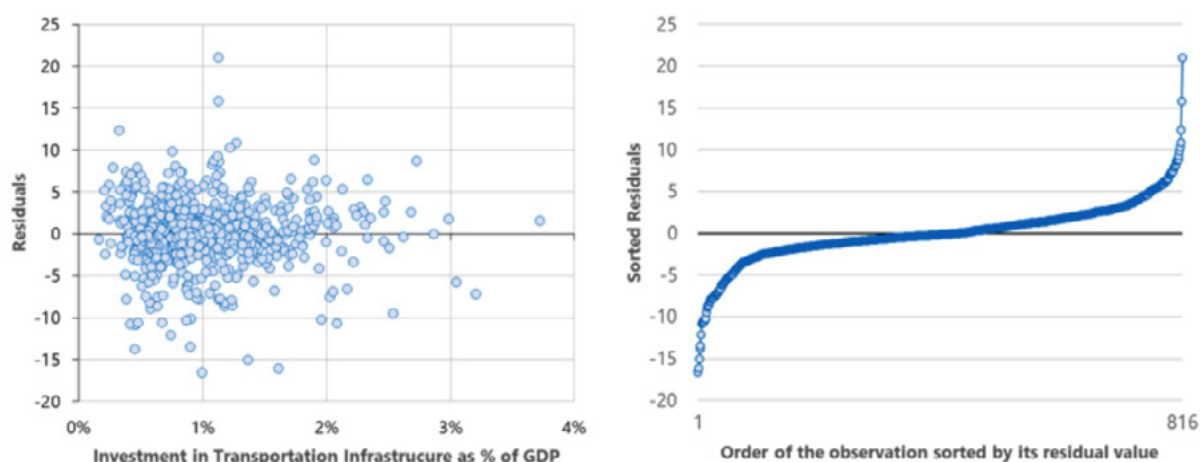


Fontes de dados: OCDE (2023) e Banco Mundial (2023). Análise e representação visual pelo autor. n = 816

O modelo de regressão para os países de renda alta apresentava um erro padrão de 0,2823 para a interceptação (que assim variaria de 1,6821 até 2,2468) e de 0,2546 para a inclinação (que variaria de

-0,0948 até 0,4144). Os valores residuais estão apresentados no Anexo 13. Os erros maiores estão agora agrupados mais no centro do nível de investimento, entre 1% e 2% do PIB.

Anexo 13 – Valores residuais do modelo de regressão – países de renda média



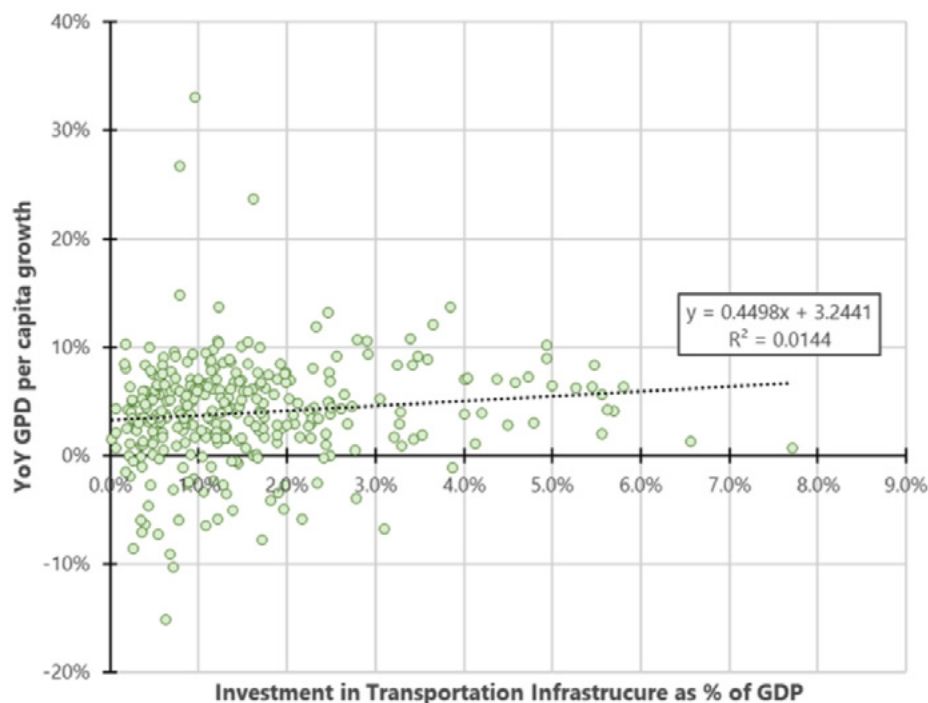
Fontes de dados: OCDE (2023) e Banco Mundial (2023). Análise e representação visual pelo autor. n = 816

Até aqui, parece como se o investimento em infraestrutura não fosse um bom predictor do crescimento da renda para nações de renda alta como ocorre para a amostra global. Discutiremos esta observação mais adiante na próxima seção, depois de examinarmos os resultados para os países de renda média.

A análise de regressão para os países de renda média está apresentada no Anexo 14. Aqui, uma inclinação de 0,45 sugere um relacionamento mais forte entre ambas as variáveis neste segmento de amostra do que no grupo de renda

alta. Uma importante observação é que a linha de tendência constante para esta regressão é significativamente maior do que aquela das últimas duas: 3,24% para os países de renda média, enquanto todos os países e os países de renda alta tinham constantes de 1,89% e 1,96%, respectivamente. Esta constante maior sugere que a combinação de todos os fatores causa impacto no crescimento da renda para esses países de renda média – além da variável de investimento em infraestrutura estudada aqui – aumenta o esperado crescimento anual da renda dessas nações acima daquele do outro grupo de países.

Anexo 14 – Plotagem dispersa entre investimento em infraestrutura e crescimento do PIB per capita – países de renda média

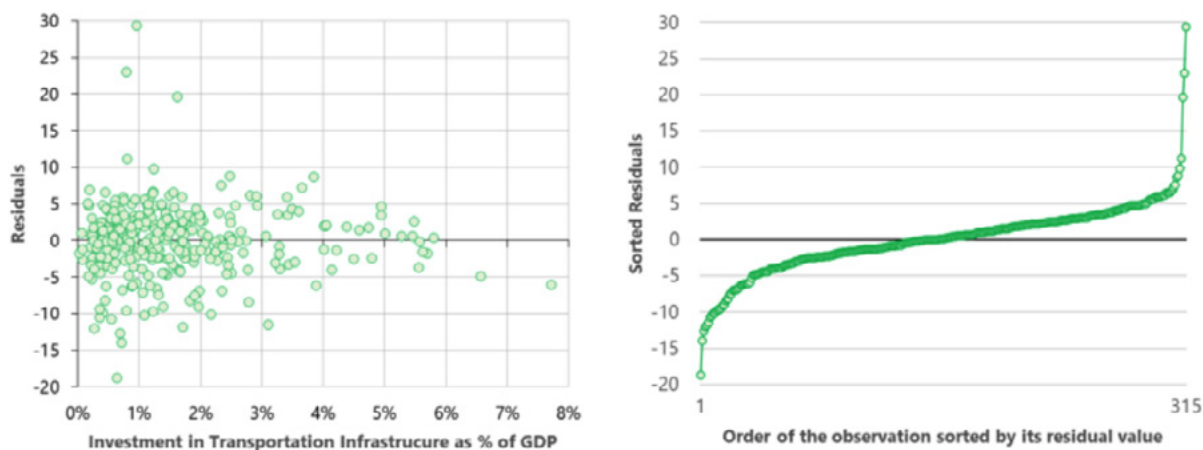


Fontes de dados: OCDE (2023) e Banco Mundial (2023). Análise e representação visual pelo autor. n = 315

O modelo de regressão para os países de renda média apresentava um erro padrão de 0,4331 para a interceptação (que assim variava de **2,8110** até **3,6773**) e 0,2392 para a inclinação (que variava de

0,2392 até **0,6604**). Os valores residuais estão apresentados no Anexo 15. Os erros mais significantes estão na seção mais baixa do nível de investimento (menos de 2% do PIB).

Anexo 15 – Valores residuais do modelo de regressão – países de renda média



Fontes de dados: OCDE (2023) e Banco Mundial (2023). Análise e representação visual pelo autor. n = 315

Comparando as constantes da linha de tendência e o crescimento composto médio observado no período para ambos os grupos (Anexo 16), vemos que – embora a maior parte do crescimento seja

explicada por outros fatores em ambos os grupos – o investimento em infraestrutura é mais importante para o crescimento nos países de renda média (15%) do que para o crescimento nos países de renda alta (9%).

Anexo 16 – Comparação dos componentes do crescimento da renda entre ambos os grupos de amostra

	Países de renda alta	Países de renda média
Média anual do crescimento do PIB per capita ajustado pela inflação	2,17% (100%)	3,80% (100%)
Parcela do crescimento explicada pelo investimento em infraestrutura	0,20% (9%)	0,56% (15%)
Parcela do crescimento explicada por outros fatores (constante da linha de tendência)	1,96% (91%)	3,24% (85%)

Fonte: Análise do autor. Os números podem não atingir os mesmos totais devido ao arredondamento.

Esta seção é concluída com uma análise da elasticidade: plotando o crescimento do PIB per capita esperado para cada

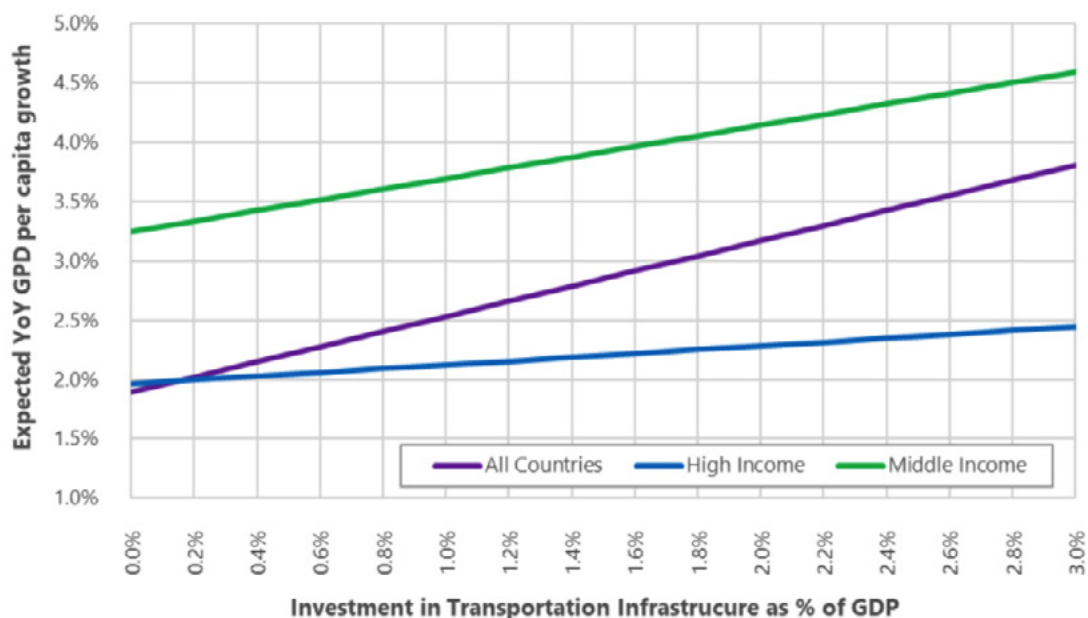
nível de investimento nacional. Esta análise está apresentada nos Anexos 17 e 18:

Anexo 17 – Análise de elasticidade: Crescimento do PIB esperado para cada nível de investimento (tabela)

Nível de investimento (% do PIB)	Crescimento do PIB per capita esperado		
	Todos os países	Renda alta	Renda média
0,0	1,89	1,96	3,24
0,2	2,02	2,00	3,33
0,4	2,15	2,03	3,42
0,6	2,28	2,06	3,51
0,8	2,40	2,09	3,60
1,0	2,53	2,12	3,69
1,2	2,66	2,16	3,78
1,4	2,79	2,19	3,87
1,6	2,92	2,22	3,96
1,8	3,04	2,25	4,05
2,0	3,17	2,28	4,14
2,2	3,30	2,32	4,23
2,4	3,43	2,35	4,32
2,6	3,55	2,38	4,41
2,8	3,68	2,41	4,50
3,0	3,81	2,44	4,59

Fonte: Análise do autor.

Anexo 18 – Análise de elasticidade: Crescimento do PIB esperado para cada nível de investimento (gráfico)



Fonte: Análise do autor.

3.3. Aspectos estatísticos

Em um modelo de regressão, é importante observar o coeficiente da determinação R-quadrado (R^2) para verificar se o modelo explica bem os dados observados. O valor deste coeficiente varia de 0 até 1 e quanto maior, melhor o modelo se ajusta às observações. Os três valores R^2 obtidos nessas três análises foram:

- Regressão para todos os países: 0,0179
- Regressão para países de renda alta: 0,0005
- Regressão para países de renda média: 0,0144

Todos os modelos tinham valores de R^2 mais próximos a 0 do que a 1. É esperado que as variáveis econômicas baseadas principalmente nas interações humanas podem ser influenciadas por infinitos fatores. Esperar que uma única variável possa prever com precisão um indicador mais amplo seria no mínimo uma limitação.

Não é possível julgar se esses valores são altos ou baixos com base apenas nos seus números absolutos. Contudo, é bem possível compará-los entre si. O fato de que o coeficiente para o grupo de renda alta é significativamente mais baixo do que aquele dos outros dois modelos implica um relacionamento bem mais frágil entre as variáveis para este grupo.

Contudo, um ajuste folgado no modelo não significa necessariamente que ele deverá ser descartado. É possível ver se o modelo é no mínimo estatisticamente significativo pela análise do valor p dessas regressões. Basicamente, considerando-se um intervalo de confiança de 5% (que se traduz como sendo 95% confiante de que o modelo explica corretamente os dados), o valor p deveria ser mais baixo do que 0,05 para que a conclusão seja estatisticamente significativa, rejeitando a hipótese nula (ou seja, que o investimento em infraestrutura não explica o crescimento da renda) a favor da hipótese alternativa (o investimento

em infraestrutura pode explicar o crescimento da renda). Os valores p obtidos nesses três modelos eram:

- Regressão para todos os países: 0,0000064 (menos de 0,05)
- Regressão para países de renda alta: 0,5303782 (mais de 0,05)
- Regressão para países de renda média: 0,0334632 (menos de 0,05)

O modelo é perfeitamente capaz de explicar o relacionamento entre investimento em infraestrutura e crescimento da renda no modelo global e no modelo de renda média, mas não no modelo de renda alta. Este resultado significa que, com um nível de confiança de 95%, **o modelo de regressão encontrado para se prever o crescimento médio da renda dos países de renda média analisados é estatisticamente significativo, com base em seus respectivos níveis de investimento em infraestrutura.**

4. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

A principal restrição a esse estudo era a disponibilidade dos dados. Foi selecionada uma única fonte de dados para cada variável, visando melhorar a consistência das observações e reduzir o risco de erro no manuseio de múltiplas fontes. Contudo, a fonte de dados do investimento em infraestrutura (o banco de dados da OCDE) carecia de informações suficientes (ou mesmo quaisquer) sobre muitos dos principais mercados como Brasil, Chile e África do Sul, assim eliminando-os deste estudo.

Da mesma forma, não ter informações sobre quaisquer países de renda baixa impedia a descoberta de insights adicionais e presumidamente valiosos e interessantes. As informações sobre outros tipos de infraestrutura – como telecomunicações e energia – poderia ter enriquecido este estudo até mais.

No entanto, este estudo foi capaz de revelar alguns resultados interessantes e essas limitações podem ser abordadas em análises futuras.

5. CONCLUSÃO

Este estudo encontrou evidências estatísticas de que o investimento em infraestrutura pode, sem dúvida, enriquecer uma nação, mas somente para países de renda média. Esta constatação não surpreende, pois as economias de renda média são altamente dependentes das atividades de mineração e fabricação, o que requer redes robustas de transporte para o embarque de materiais e produtos a granel. Por outro lado, as economias das nações mais desenvolvidas (mesmo aquelas com pegadas industriais significantes) dependem mais dos

serviços do que as nações de renda baixa.

Mas esta constatação significa que as economias mais ricas deverão interromper o investimento em infraestrutura completamente? De jeito nenhum. Primeiro porque, na hipótese testada, não fomos capazes de provar somente através da significância estatística que os relacionamentos entre as variáveis existiam nesses países, mas isso não significa que tais relacionamentos não existem. De fato, ainda vimos relacionamentos positivos entre

investimento e crescimento do PIB, mesmo a baixas taxas marginais. Isso significa que os países mais ricos devem gastar mais para obter menos payback, o que é intuitivo, pois a infraestrutura já está instalada nos países mais ricos. Segundo porque, mesmo quando os investimentos em infraestrutura estavam sem relação alguma com o crescimento da renda no curto prazo, isso não significa que não causariam impacto na renda de uma nação durante o longo prazo, em

especial tendo em mente que os ativos de transporte negligenciados inevitavelmente debilitam as economias nacionais e os estilos de vida do cidadão após algum tempo. E terceiro porque os retornos do investimento em infraestrutura foram analisados unicamente através de lentes econômicas, embora os países tenham inúmeros outros interesses críticos dependentes da infraestrutura para levar em consideração, em especial a segurança nacional e a independência da mobilidade.

6. RECOMENDAÇÕES DO AUTOR

Nesse ponto, os leitores devem estar se perguntando: “Se o investimento em infraestrutura é bom, pelo menos para alguns países, por que essas economias não estão investindo até mais? Elas não deveriam apostar tudo?” Embora este estudo leve a um entendimento melhor do relacionamento entre infraestrutura e crescimento econômico, os países devem medir seus passos com atenção quando decidirem onde investir e como fazê-lo. A história mostra que governos que investiram muito e bem rapidamente em infraestrutura (e outras áreas) durante o último século afundaram em graves crises financeiras que se provaram resistentes a ajustes, precipitadas pelo rápido surgimento da dívida e da hiperinflação. Para evitar tais riscos com esses tipos de investimentos, as ações a seguir são recomendadas:

1. Identificar uma demanda legítima.

Pode ser fácil cair na abordagem de “construa e eles virão”. Embora tais projetos possam questionar as demandas locais só porque elas existem, para que tenham vida longa elas devem responder às demandas latentes existentes. Por exemplo, as regiões que extraem minério de matérias-primas para as indústrias que precisam estar distantes, mas que

estão ligadas somente por rodovias, devem ser ótimas candidatas para uma nova linha ferroviária, em especial se o relacionamento de abastecimento for considerado como de longo prazo.

2. Caso não exista demanda, crie (ou coordene com outros que podem fazer isso).

Imagine uma nação que deseja desenvolver uma região que carece de instalações modernas. Mesmo com a construção de uma rodovia simples e de boa qualidade, pode haver um longo período para se pagar, se isso for possível. O desenvolvimento de regiões inteiras é um empreendimento difícil, mas não é impossível. Uma regra geral é que os ativos devem ser usados tanto quanto possível para maximizar os seus retornos. Então, caso exista um plano para construir uma rodovia melhor que leva a uma comunidade distante, por exemplo, a pessoa encarregada do projeto deverá levar em conta se o novo uso da rodovia justificaria o esforço. Caso contrário, o gerente do projeto então deverá buscar oportunidades econômicas inexploradas na região antes de abandonar o projeto, mesmo quando tais oportunidades estão em setores fora de seu campo de experiência. Por exemplo, algumas regiões

remotas devem ter recursos naturais especializados que são importantes para determinadas indústrias, enquanto outras podem ser desenvolvidas como destinos de turismo exótico. Caso o uso esperado do projeto esteja abaixo de seu limite de viabilidade, a coordenação entre os setores pode ajudar cada parte a se beneficiar desta iniciativa. As parcerias público-privadas (PPPs) são um exemplo desse tipo de coordenação. Projetos diferentes, mas complementares, como este podem ser agrupados em programas, exigindo práticas de governança exemplares que minimizem os riscos de uma parte descumprindo as suas obrigações e causando perdas às outras. Essas práticas incluem a supervisão do programa e contratos condicionais assegurando que todos os interesses permanecem alinhados durante toda a vida útil do programa. Essas iniciativas de alto risco impõem grandes demandas, mas oferecem retornos consideráveis quando administradas de forma apropriada.

3. Definir o financiamento. O financiamento para investimentos em infraestrutura do setor privado são bem diretos: A taxa de retorno de um investimento deve ser mais alta do que o custo do capital usado para financiá-lo, não obstante ela vir da dívida emitida ou do patrimônio líquido vendido. Por exemplo, caso uma empresa de mineração possa provar que a ampliação de uma linha ferroviária e a expansão de um terminal portuário de sua propriedade aumentarão as suas vendas, o financiamento desses projetos não deverá ser um desafio. E à medida que a agenda de ESG se alastra por inúmeros setores, os benefícios além dos ganhos financeiros também estão começando a justificar os investimentos em infraestrutura, como a eletrificação da frota, o desenvolvimento da comunidade local e as vendas de crédito de carbono. Contudo, esse processo não será sempre tão simples para os

projetos públicos (ou seja, aqueles financiados pelo governo), em especial porque os governos devem equilibrar muitos interesses simultaneamente. A sua área de atuação certamente inclui desenvolvimento econômico regional, ligando as comunidades e melhorando as vidas de seus cidadãos. Mas quando as iniciativas que lidam com essas questões custam quantidades injustificáveis de dinheiro, podem surgir mais problemas graves no nível nacional, como a desvalorização da moeda. Os governos deverão ser tão rigorosos quanto as organizações privadas, ou até mais, na administração desses tipos de projeto. Por vezes eles servem a seus cidadãos melhor ao se concentrarem em seus esforços redigindo melhores políticas, escolhendo as iniciativas certas e impondo leis de melhores práticas, em vez de administrar diretamente esses projetos.

4. Sempre evitar ineficiências. As ineficiências do projeto podem apresentar muitas formas, variando desde administração deficiente até corrupção oficial (em projetos com envolvimento de agências governamentais). Infelizmente, ainda é bastante comum – até hoje e nas economias bem desenvolvidas – ver gerentes de projeto assumindo riscos desnecessários e não calculados para acelerar grandes projetos, ou ver escândalos de suborno virar manchete, interrompendo projetos que são importantes para o público. Para implantar e aproveitar as vantagens de projetos físicos de infraestrutura para as comunidades, é importante também implantar e manter infraestruturas institucionais eficazes. Este conceito consiste em uma série de processos criados para identificar, corrigir e evitar as más práticas que enfraquecem os resultados positivos esperados de um projeto bem planejado. Medir o progresso, avaliar regularmente os riscos, atualizar os retornos esperados com base em novas informações sobre

as demandas do projeto, fazer valer e atualizar leis e regulamentações aplicáveis, trocar a liderança do projeto quando necessário, estabelecer mecanismos de conformidade que corrijam as questões e evitem novos problemas, e ter instituições jurídicas imparciais e sem conflitos, além de agências de vigilância supervisionando esses projetos, são alguns exemplos do que parece ser um ambiente com uma

infraestrutura institucional madura.

A trajetória para o enriquecimento de uma nação é complexa, com muitos elementos em jogo, alguns mais facilmente influenciados do que os outros. Este estudo analisa os efeitos de um desses elementos com respeito a 'n' certos tipos de nações, concluindo que pode ajudá-las a alcançar suas metas, embora isso não seja um processo livre de riscos.

7. FONTES DE DADOS E REFERÊNCIAS

Bondarenko, P. (n.d.). Elasticity. In Britannica Money. Retirado de <https://www.britannica.com/money/elasticity-economics>

OECD (2023), Infrastructure investment (indicator). doi: 10.1787/b06ce3ad-en (Acessado em 20 de julho de 2023). Retirado de <https://data.oecd.org/transport/infrastructure-investment.htm>

Banco Mundial BIRD/ADI (2023). crescimento do PIB per capita (% anual), identidade do banco de dados: NY.GDP.PCAP.KD.ZG. Retirado de <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.KD.ZG>



A STATISTICAL ARGUMENT FOR INFRASTRUCTURE INVESTMENT

Adriano Bragança Claudio

RESUMO

Uma análise de regressão linear foi feita usando dados públicos de nível de investimento no setor de infraestrutura e o crescimento do PIB per capita de um país para um grupo de 47 nações entre 1995 e 2021. Os resultados foram que, para todos os países, cada 1% do PIB de uma nação que é alocado em infraestrutura logística pode aumentar o PIB per capita em 0,64% no ano seguinte apenas, e em 0,45% para países de renda média. Ambos os resultados são estatisticamente significantes considerando um intervalo de confiança de 95%. Adicionalmente, o artigo apresenta recomendações para líderes de projeto, legisladores e investidores sobre como maximizar os retornos neste tipo de investimento.

Palavras-chave: Infraestrutura, desenvolvimento econômico, mercados emergentes, análise de regressão linear.

ABSTRACT

A linear regression analysis was performed using public data on investment levels in the infrastructure sector and per capita GDP growth per capita GDP for a group of 47 countries between 1995 and 2021. The findings for all countries were that each 1% of a nation's GDP allocated to logistics infrastructure can boost its per capita GDP by 0.64% the following year, and by 0.45% for medium-income countries. Both findings are statistically significant for a 95% confidence interval. Moreover, this paper presents recommendations for project leaders, policy makers, and investors on how to maximize returns on this type of investment.

Keywords: Infrastructure, economic development, emerging markets, linear regression analysis.

1. INTRODUCTION

It is well established that a robust infrastructure is associated with the general wealth and well-being of a region. Modern life in a developed region requires reliable roads, railways, ports, airports, and other facilities needed for society to have the comforts it desires while pursuing its ambitions.

However, is the association between wealth and good infrastructure just a correlation, or is there any causation as

well? In other words, do richer economies have better infrastructure because they already have more resources, or can investing in infrastructure provide leverage for a nation to get richer?

In this study, historical (1995 – 2021) data from 47 countries was collected to help answer this question. The findings were that investing in infrastructure can indeed drive the enrichment of a nation, but only for countries not ranked as high income.

2. METHODOLOGY

Let us start by defining the rationale for the analysis and describing our hypothesis. Why would a better transportation infrastructure make a country richer? Note: this study considers “rich” or “wealthy” as the ability to generate income, which is applicable to nations and their citizens.

To generate income, people and businesses sell goods or render services. To increase this income, they must either sell more, charge more, or find some combination of these two options, sometimes even reducing one while increasing the other by a larger factor. This is known as elasticity. The Encyclopaedia Britannica defines ‘elasticity’ as “a measure of the responsiveness of one economic variable to another. A variable y (e.g., the demand for a particular good) is elastic with respect to another variable x (e.g., the price of the good) if y is very responsive to changes in x ; in contrast, y is inelastic with respect to x if y responds very little (or not at all) to changes in x .” (Bondarenko, n.d., para. 1). So for a highly elastic good, a minor price reduction can greatly increase the quantity of goods sold, thus upping the seller’s total income.

The ability to change the price is limited by the amount of competition (or substitute goods) in the market, while the ability to sell more is limited (at least partially) by the reach of a business. Another obvious limit on quantities sold is consumer demand. However, this paper does not discuss market demand dynamics; instead, it focuses on the quantity increase aspect explained by a longer reach, thus responding to the needs of new consumers.

It is not always possible to influence the competition, so a longer reach might sometimes be the best way to grow. As an example: when a farmer growing his produce more efficiently and sustainably than his competitors lives somewhere with limited physical access, he can sell only to his local community, lacking access to more clients in other regions. Consumers elsewhere have no choice but to buy from less efficient farmers, possibly even paying more for lower-grade produce. But if new cost-efficient and sustainable highways, railways, or ports were built that could ship fresher produce faster and more cheaply, the market dynamic would

change, favouring growers with better and more cost-efficient produce. Expanding on this example, farmers would have access not only to new consumers but also to new vendors selling better and cheaper input materials, thus making their output even more attractive.

This example illustrates how better infrastructure can bring economic benefits to goods manufacturers. But just to ensure that a comprehensive approach, let us consider a new scenario where people are carried, rather than cargoes. Streamlining flows of people at lower costs also brings many economic benefits. They include: shorter commutes (thus boosting worker productivity with more leisure time) expanding talent pools for companies; extending the operating areas of service providers; and even attracting more visitors to vacation destinations.

In brief, infrastructure is the backbone of the developed economic ecosystem. Being able to meet with anyone and ship anything anywhere is what distinguishes today's lifestyles from their predecessors. Any region without proper facilities would be cut off from the rest of the world (and sometimes even from itself), limiting its growth potential.

2.1. Data Selection

Two sets of data were required to perform this analysis: how much each country invested in infrastructure; and how their overall wealth increased. Through a regression between these variables, we can infer if one affects the other and analyse the statistical significance of this relationship.

The first set of data was collected from the OECD: total investments in transportation infrastructure over the years by each of its members (and some other selected countries), shown as a percentage of their respective GDPs for each year (OECD, 2023). These figures include both public and private investments in roads, railways,

and inland waterways, encompassing the construction of new assets as well as upgrades (i.e., repairs and maintenance) to existing facilities. It does not include non-transportation infrastructure such as telecommunications masts or power generation and transmission facilities.

The second set of data was collected from the World Bank Databank: annual percentage growth rate of per capita GDP based on local currency and adjusted for inflation (World Bank IBRD/IDA, 2023). Many variables – such as the Human Development Index (HDI) – could be used to measure whether a nation is better off after specific investments or other types of actions. Nevertheless, per capita GDP growth was selected because the purpose is to discover whether a nation's population grew richer from one year to the next, on average. What a nation does with this new income (other than reinvesting in infrastructure) is beyond the scope of this paper.

2.2. Country Scope

The countries included in this analysis had to meet two requirements. First, they had to have data available for at least half of the period analysed (at least thirteen of the 27 years of the scope). Countries with too little data may introduce bias by skewing the outcomes, not showing how they evolved over time. Second, countries must have a minimum land area, thus excluding small but high density nations or territories such as Monaco, Hong Kong, and Singapore. Even though some of these territories are global benchmarks for infrastructure development and economic progress (even warranting a study devoted just to them), their sizes make their needs too unique to be included in a study seeking general insights that can be replicated in other places. Consequently, a land area threshold was set for this analysis of at least 10,000 square kilometres (3,900 square miles), equivalent to the size of Lebanon or the state of Connecticut in the USA.

After applying these filters, the resulting list of 47 countries was then split into income groups, based on their World Bank ranking for the 2023 Fiscal Year. The countries included were:

High Income (33): Australia, Austria, Belgium, Canada, Croatia, Czechia, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Japan, Latvia, Lithuania, Netherlands, New Zealand, Norway, Poland, Portugal, Romania, Slovak Republic, Slovenia, South Korea, Spain, Sweden, Switzerland, the UK, and the USA.

Medium Income (14): Albania, Azerbaijan, Belarus, Bulgaria, China, Georgia, India, Mexico, Moldova, Montenegro, North Macedonia, Russia, Serbia, and Türkiye.

The World Bank divides the Medium Income group into two subgroups: Upper Medium Income and Lower Medium Income. India was the only lower medium-income country that complied with the two selection criteria described above. For the purpose of including as much relevant and valuable data as possible in this study, it was decided to include India in the analysis by grouping it with the upper medium-income countries to form a unified group that will be called simply Medium Income from now on. No other low-income countries complied with the selection criteria for this analysis.

2.3. Assumptions about Interdependence among Variables

The hypothesis to be tested is: can more investment in infrastructure lead to higher population incomes? In other words: does investing more in this sector enrich people, while investing less impoverishes them? Or, in statistical terms, the null hypothesis (tagged for rejection) is that a change in infrastructure investment does not impact the enrichment of a nation.

The challenge in making any associations among these variables is that the

infrastructure sector typically has exceptionally long payback periods. Building a new road or rail line with all its support facilities (e.g., terminals, service stations) can take many years and returns on these investments may drag on for decades.

To simplify this problem, we need assumptions that, although not perfect, have some logical grounding while underpinning an analysis. The assumption used here is that most of the benefits of the investments made each year (Year Zero) arrive the following year (Year One). It should be recalled this is not financial payback for project investors (which may take an exceedingly long time, as mentioned), but rather the benefits to local or regional communities arising from a new and nearby facility.

We know that receiving the full benefit practically right away (during the subsequent year) is not necessarily true. Most projects take much longer than a year to be completed and made available to the public. Moreover, even after its completion, a new facility may take even more time to maximizing its benefits through full capacity use, as people will take some more time to fully adapt to this new option.

However, it is not unthinkable to consider this assumption as true, at least partially. First, because major project investments are not limited to just its first year: Steady cash inflows are needed throughout its life cycle (which is why projects usually halt when financing stops). Second, because the construction stage already benefits nearby communities by generating jobs and heating up local economies. For longer, larger projects, new settlements commonly spring up around construction sites, sometimes even becoming permanent townships. And finally, because the infrastructure investment data used in this study does not include only investments in new projects: it also encompasses investments in upkeep and

upgrades of existing networks. Usually less capital-intensive than entirely new facilities, these types of projects are much more frequent and take less time, so their benefits are enjoyed sooner.

This is why assuming that investments in infrastructure are reflected in population income increases the following year may be accepted as a plausible assumption that underpins this analysis.

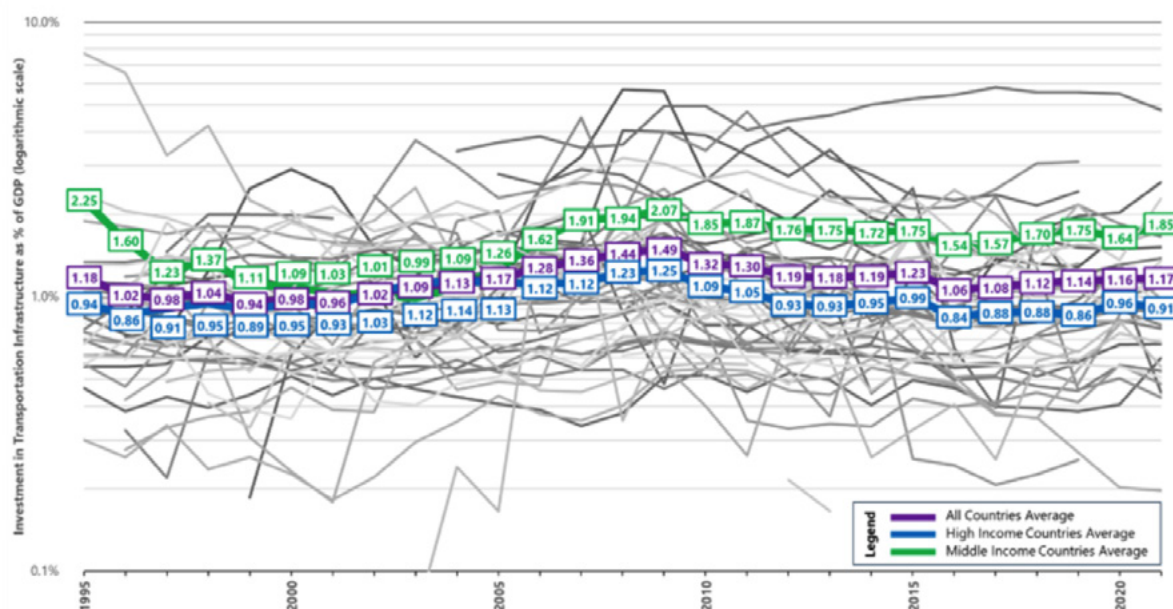
3. FINDINGS

3.1. Investment and Income Increase Curves

Immediately after collecting the data, the first step is to get a sense of how each variable behaves. Exhibit 1 shows transportation infrastructure investment levels for all countries within the scope of this paper as a percentage of their

respective GDPs. Each grey line represents a country and the thicker purple, blue, and green lines represent the average values for All Countries, High-income countries, and medium-income countries, respectively. Exhibit 2 shows changes in each country's average per capita GDP incomes, adjusted for inflation, using the same colour code.

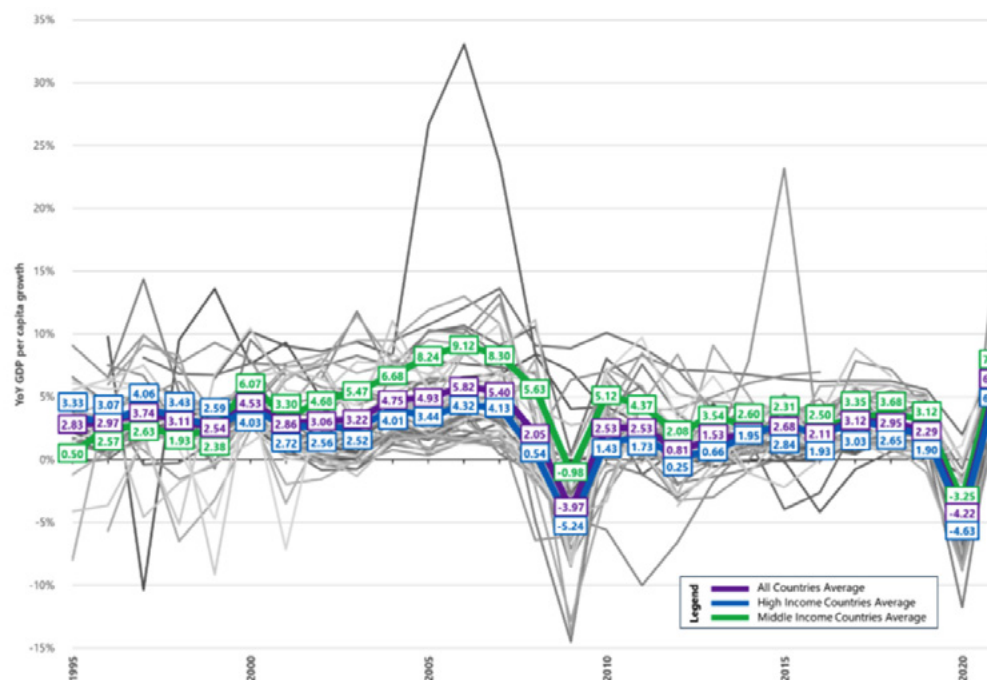
Exhibit 1 - Investments in Transportation Infrastructure as % of GDP



Data source: OECD (2023). Analysis and visuals by the author. The thicker lines show average investment levels for each country group each year. Some data boxes were moved manually to show the three average lines simultaneously.

ARTICLE 1

Exhibit 2 – Annual Changes in Per Capita GDP, Adjusted for Inflation

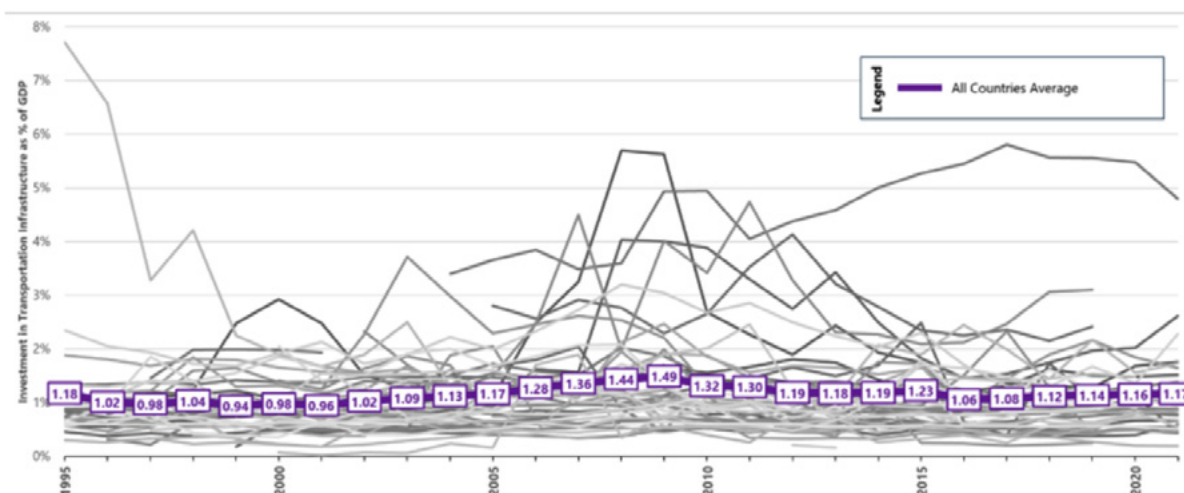


Data source: World Bank (2023). Analysis and visuals by the author. The thicker lines show average per capita GDP growth for each country group each year. Some data boxes were moved manually to show the three average lines simultaneously.

The following Exhibits in this section provide the same information by income group, for better understanding of how these variables behave.

Exhibit 3 shows transportation infrastructure investment levels for all countries in the scope, while Exhibit 4 presents changes in each country's average income.

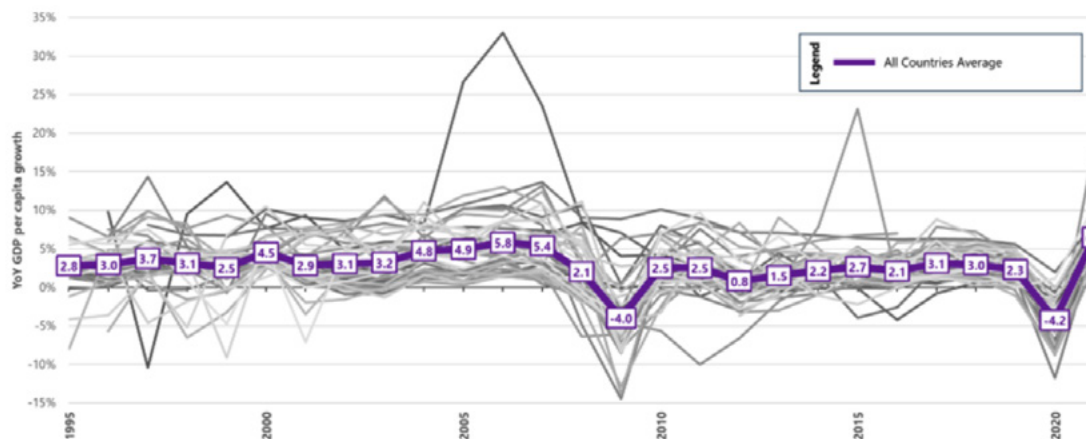
Exhibit 3 – Investments in Transportation Infrastructure as % of GDP – All Countries



Data source: OECD (2023). Analysis and visuals by the author. The thicker line is the average investment level for all countries each year.

ARTICLE 1

Exhibit 4 – Annual Changes in Per Capita GDP, Adjusted for Inflation – All Countries



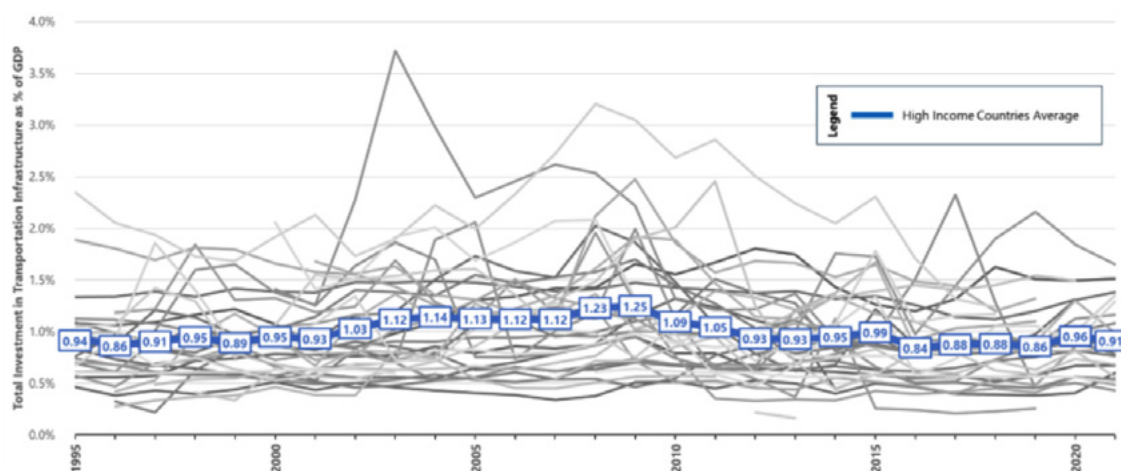
Data source: World Bank (2023). Analysis and visuals by the author. The thicker line is the average per capita GDP growth for all countries each year.

Some readily noticeable observations are that investment levels in the sector under analysis are roughly constant. Except for a few outliers, countries usually present very stable infrastructure investment levels, changing only a few base points from each year to the next. The average for all countries (the thicker line), remains slightly above 1% during most of the period within the scope, except for some atypical moments (such as the 2008-2009 financial crisis). The average investment level for the entire period was 1.16%. On the other hand, per capita GDP growth fluctuated more over time. The effects of global crises during the past decade (2008-2009 financial crisis and the

Covid-19 pandemic in 2020) are clearly visible.

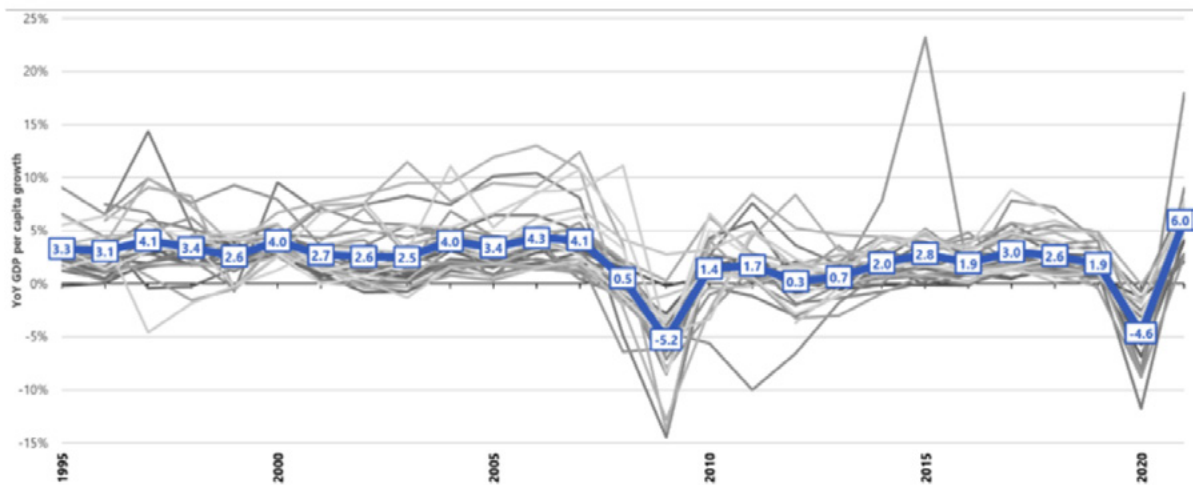
Next, the data are split into the two study groups encompassed by the scope of this paper. On average, high income economies directed 1.00% of their GDP towards infrastructure each year of the analysed period (Exhibit 5), which is lower than the aggregate average of 1.16%. This observation will make sense later in this analysis, when examining the expected return on this type of investment. At the same time, their annual income growth hovered around 3% to 4% during the late 1990s and 2000s, dropping to between some 1% and 2% during the 2010s (Exhibit 6).

Exhibit 5 – Investments in Transportation Infrastructure as % of GDP – High-Income Countries



Data source: OECD (2023). Analysis and visuals by the author. The thicker line is the average investment level for high-income countries each year.

Exhibit 6 - Annual Change in Per Capita GDP Adjusted for Inflation High-Income Countries

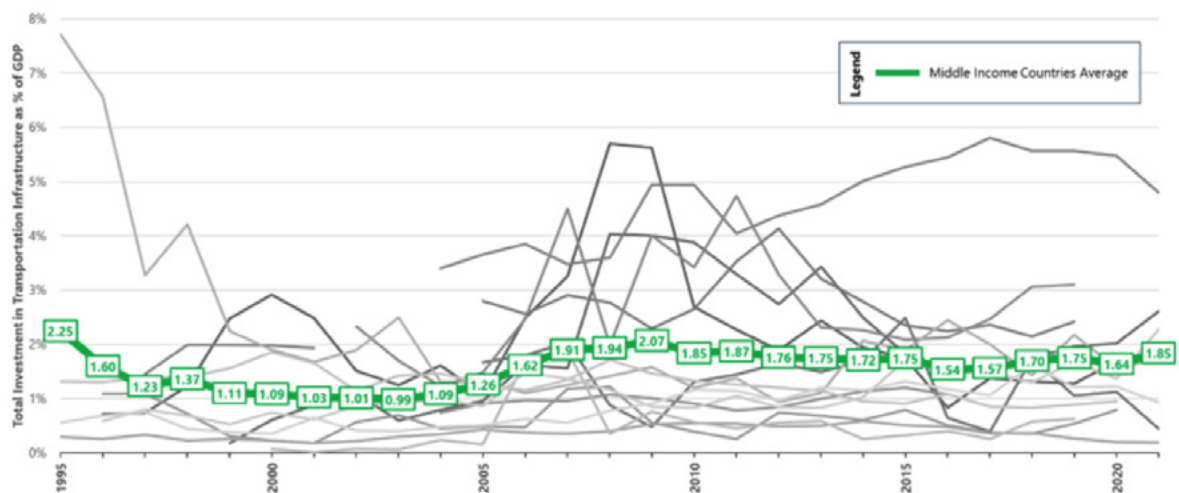


Data source: World Bank (2023). Analysis and visuals by the author. The thicker line is the average per capita GDP growth for high-income countries each year.

For medium-income countries, both variables stayed at a higher level than that of high-income countries: Average infrastructure investments hovered

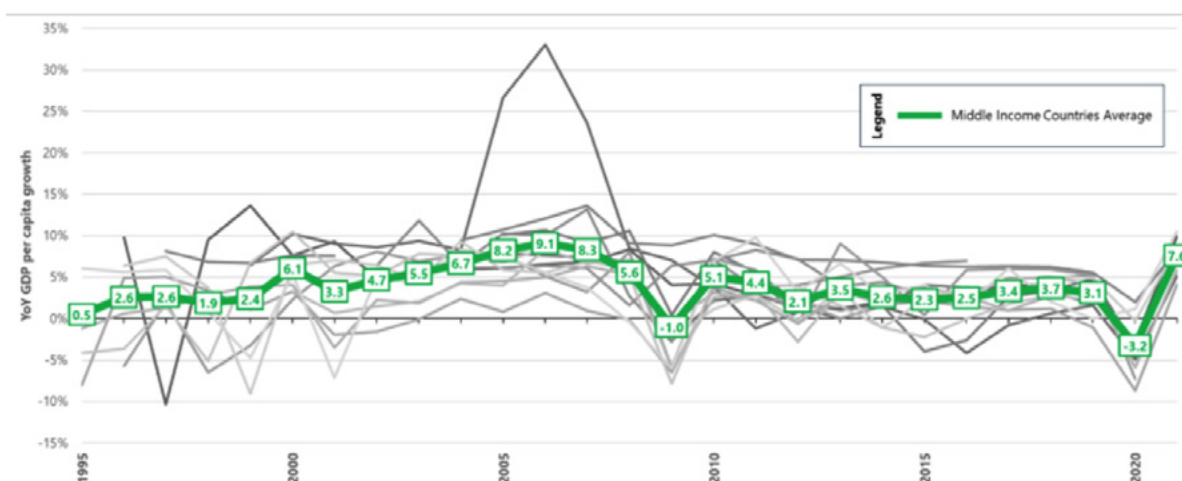
between 1% and 2% (Exhibit 7), averaging out at 1.59%, while income growth averaged out at 3.98% during the entire period (Exhibit 8).

Exhibit 7 - Investments in Transportation Infrastructure as % of GDP – Medium-Income Countries



Data source: OECD (2023). Analysis and visuals by the author. The thicker line is the average investment level for medium-income countries each year.

Exhibit 8 - Annual Change in Per Capita GDP Adjusted for inflation - Medium-Income Countries



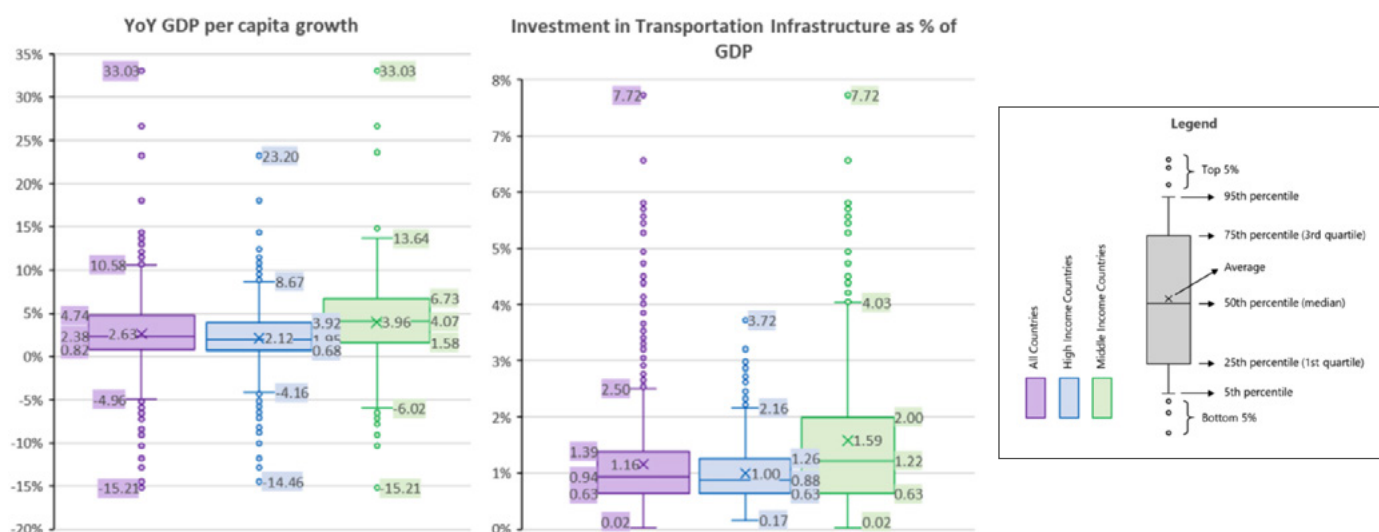
Data source: World Bank (2023). Analysis and visuals by the author. The thicker line is the average per capita GDP growth for medium-income countries each year.

3.2. Correlation between Variables

With an idea of how the variables encompassed by the scope of this paper behave, we can now analyse correlations and hypothesised causations among

them. As a final step before performing the regression, we plot the data points on a descriptive chart, in order to understand their distribution. This chart is presented as Exhibit 9:

Exhibit 9 - Descriptive Distribution of independent and Dependent Variables



Data sources: OECD (2023) and World Bank (2023). Analysis and visuals by the author. n (all countries) = 1131; n (high-income countries) = 816; n (medium-income countries) = 315

ARTICLE 1

Although most data points are tightly clustered near the average and median for each data group, there are still a considerable number of observations that fluctuate significantly both upwards and downwards. Usually, such outliers could be removed from the analysis, but in this study, it was decided to keep all data points to maximise the number of observations, as medium-income countries have less data available than high-income countries. Furthermore, the top and bottom values are not as frequent as the values near the middle, so it is not expected that keeping them would significantly impact the results.

With a better understanding of the distribution of the variables, we can now perform the regression. We will do this by setting the independent variable (a.k.a. the “lever we can adjust”) as the infrastructure investment in year X and the dependent variable (a.k.a. the “return on investment”) as the growth in per capita GDP on year X+1. Each observation in the model is a pair of values that include the investment level for a given country and year on the horizontal axis, and the growth in average income for that country in the following year on the vertical axis. Plotting these observations on a scatter chart and adding a trendline for the linear regression results in the graph in Exhibit 10.

Exhibit 10 – Scatter Plot between Infrastructure Investment and Per Capita GDP Growth – All Countries



Data sources: OECD (2023) and World Bank (2023). Analysis and visuals by the author. n = 1131

ARTICLE 1

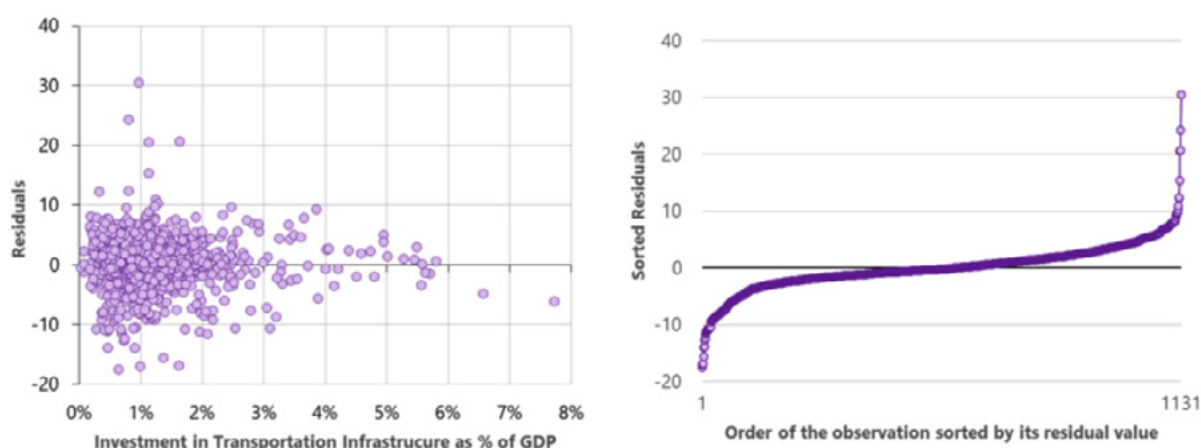
Exhibit 10 shows that the variables can be very disperse, with all sorts of possible combinations between infrastructure investment and income growth. Nevertheless, a higher concentration is apparent in the thicker quadrilateral formed by vertical lines indicating 0% and 2% for infrastructure investment level, and horizontal lines indicating 0% and 10% for annual per capita GDP growth.

Now, if we focus on the correlation between the variables, we can see that the positive slant of the trendline indicates a positive correlation between them. The values of the trendline (positive slant of 0.639 and constant of 1.89) can be interpreted as follows: **On average and considering all other things equal, countries should expect an increase in their population's income of 1.89% per year plus 0.64% for each percentage of the GDP directed towards infrastructure.** For instance, a hypothetical country planning to invest 2% of its GDP in transportation infrastructure this year should expect its

per capita GDP to increase in real terms (above inflation) by $1.89\% + (2 \times 0.64\%) = 3.17\%$ from one year to the next. That means that for every \$10,000 in per capita GDP in the first year, the new figure would be \$10,317 plus inflation for the period.

The regression model presented a standard error of 0.2026 for the intercept (which would thus range from **1.6899** to **2.0950**) and 0.1409 for the slant (which would range from **0.4982** to **0.7801**). The residual values (or errors) of the model are presented in Exhibit 11. The left shows the residuals between the expected per capita GDP growth figures and the observed values, while the right shows the same residuals by value. There are observations that differ greatly from their expected values, based on the regression model, as seen as the downward and upward spikes at the left and right edges of the second chart respectively, although most observations do not present such dramatic differences. The most significant errors are at the low investment level (less than 2% of GDP).

Exhibit 11 – Residual Values of the Regression Model – All Countries



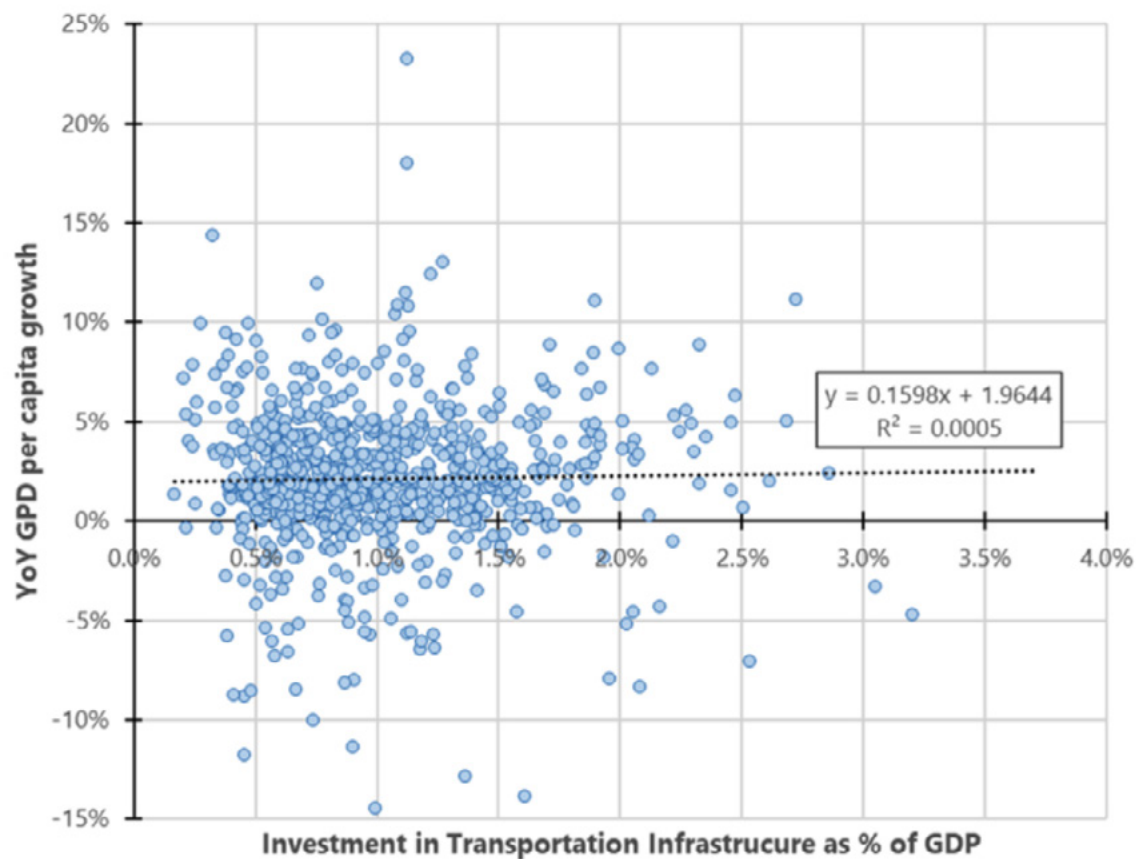
Data sources: OECD (2023) and World Bank (2023). Analysis and visuals by the author. n = 1131

ARTICLE 1

Let us look now at how this relationship behaves for the two subsets of the analysed sample. Starting with the high-income countries, Exhibit 12 shows that

the trendline slant is much shallower at 0.16, while the R-squared (R^2) correlation factor is almost zero.

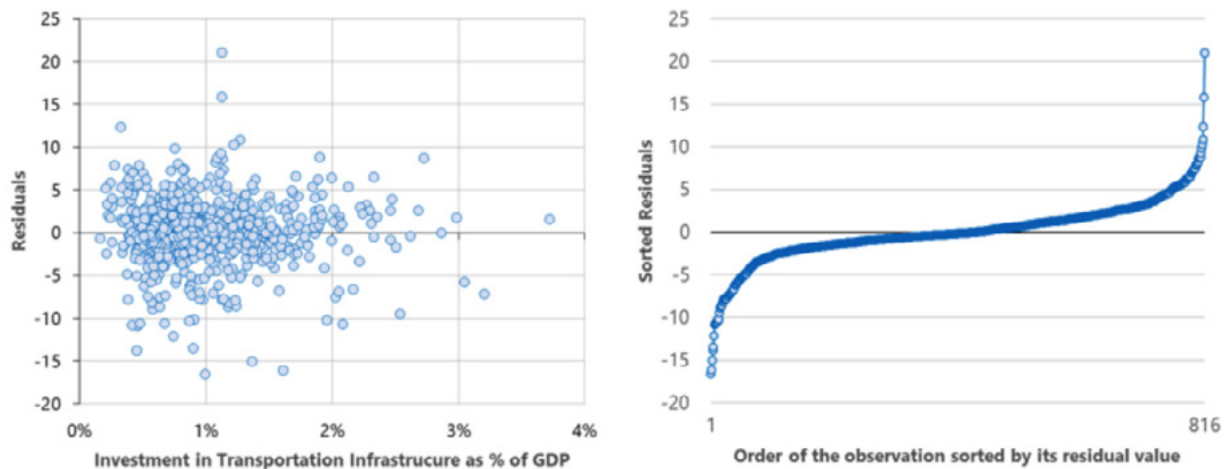
Exhibit 12 – Scatter Plot between Infrastructure Investment and Per Capita GDP Growth – High-Income Countries



Data sources: OECD (2023) and World Bank (2023). Analysis and visuals by the author. n = 816

The regression model for high-income countries presented a standard error of 0.2823 for the intercept (which would thus range from **1.6821** to **2.2468**) and of 0.2546 for the slant (which would range

from **-0.0948** to **0.4144**). The residual values are presented in Exhibit 13. The largest errors are now clustered more in the centre of the investment level, at between 1% and 2% of the GDP.

Exhibit 13 – Residual Values of the Regression Model – High-Income Countries

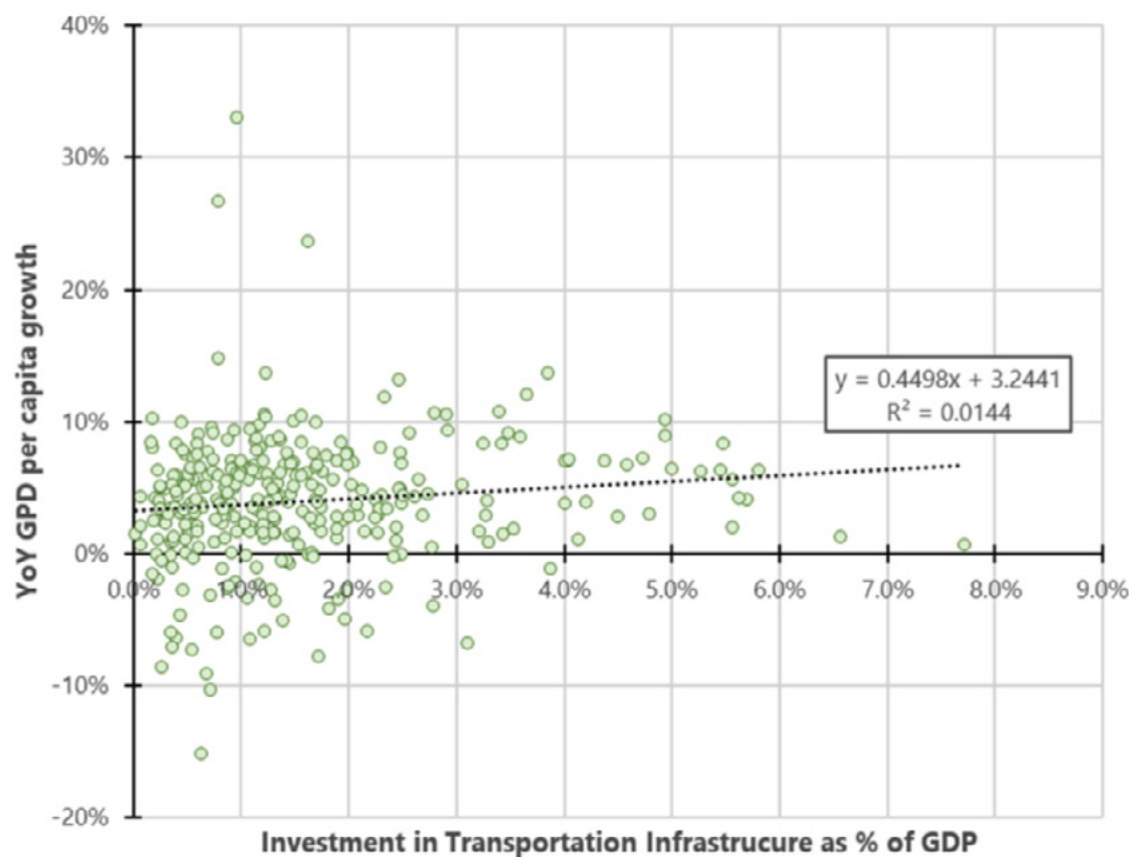
Data sources: OECD (2023) and World Bank (2023). Analysis and visuals by the author. n = 816

So far, it looks as though investing in infrastructure is not such a good predictor of income growth for high-income nations as it is for the overall sample. We will discuss this observation further in the next section, after examining the findings for the medium-income countries.

The regression analysis for the medium-income countries is presented in Exhibit 14. Here, a 0.45 slant suggests a stronger relationship between both variables in this sample segment than in the high-income group. An

important observation is that the trendline constant for this regression is significantly higher than that of the previous two: 3.24% for medium-income countries while all countries and high-income countries had constants of 1.89% and 1.96%, respectively. This higher constant suggests that the combination of all factors impacting income growth for these medium-income countries – other than the infrastructure investment variable studied here – boosts the expected annual income growth of these nations above that of the other country group.

Exhibit 14 – Scatter Plot between Infrastructure Investment and Per Capita GDP Growth – Medium-Income Countries

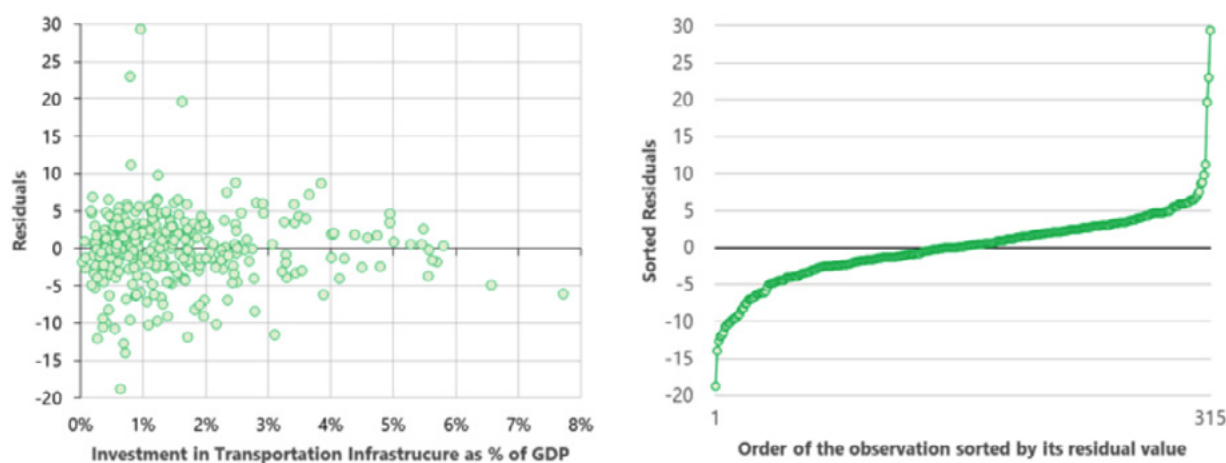


Data sources: OECD (2023) and World Bank (2023). Analysis and visuals by the author. n = 315

The regression model for medium-income countries presented a standard error of 0.4331 for the intercept (which would thus range from 2.8110 to 3.6773) and 0.2392 for the slant (which would

range from 0.2392 to 0.6604). The residual values are presented in Exhibit 15. The most significant errors are in the lower section of investment level (less than 2% of GDP).

Exhibit 15 – Residual Values of the Regression Model – Medium-Income Countries



Data sources: OECD (2023) and World Bank (2023). Analysis and visuals by the author. n = 315

Comparing the trendline constants and the observed average compounded growth in the period for both groups (Exhibit 16), we see that – although most growth is explained by other factors in

both groups – infrastructure investment is more relevant to growth in medium-income countries (15%) than to growth in high-income countries (9%).

Exhibit 16 – Comparison of Income Growth Components between Both Sample Groups

	High-Income Countries	Medium-Income Countries
Average annual per capita GDP growth adjusted for inflation	2.17% (100%)	3.80% (100%)
Portion of growth explained by infrastructure investment	0.20% (9%)	0.56% (15%)
Portion of growth explained by other factors (trendline constant)	1.96% (91%)	3.24% (85%)

Source: Author analysis. The figures may not reach the same totals due to rounding.

ARTICLE 1

This section concludes with an elasticity analysis: plotting the expected per capita GDP growth for each national

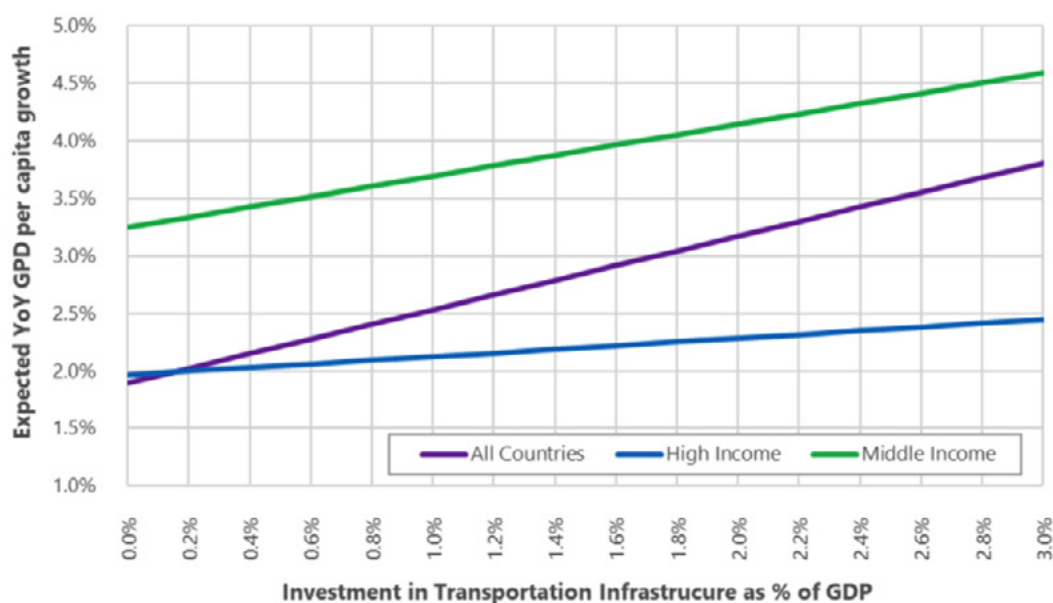
investment level. This analysis is presented in Exhibits 17 and 18:

Exhibit 17 – Elasticity Analysis: Expected GDP Growth by Each Investment Level (Table)

Investment Level (% of GDP)	Expected Per Capita GDP Growth		
	All Countries	High Income	Medium Income
0.0	1.89	1.96	3.24
0.2	2.02	2.00	3.33
0.4	2.15	2.03	3.42
0.6	2.28	2.06	3.51
0.8	2.40	2.09	3.60
1.0	2.53	2.12	3.69
1.2	2.66	2.16	3.78
1.4	2.79	2.19	3.87
1.6	2.92	2.22	3.96
1.8	3.04	2.25	4.05
2.0	3.17	2.28	4.14
2.2	3.30	2.32	4.23
2.4	3.43	2.35	4.32
2.6	3.55	2.38	4.41
2.8	3.68	2.41	4.50
3.0	3.81	2.44	4.59

Source: Author analysis.

Exhibit 18 – Elasticity Analysis: Expected GDP Growth by Each Investment Level (Chart)



Source: Author analysis.

3.3. Statistical Aspects

In a regression model, it is important to observe the coefficient of determination R-squared (R^2) to see how well the model explains the observed data. The value of this coefficient ranges from 0 to 1 and the higher it is, the better the model fits the observations. The three R^2 values obtained in these three analyses were:

- Regression for all countries: 0.0179
- Regression for high-income countries: 0.0005
- Regression for medium-income countries: 0.0144

All models had R^2 values much closer to 0 than 1. This is expected for economic variables based mainly on human interactions that can be influenced by infinite factors. Expecting a single variable to accurately predict such a broad indicator would be shortsighted at best. It is not possible to judge if these values are high or low, based only on their absolute numbers. However, it is quite possible to compare them among themselves. The fact that the coefficient for the high-income group is significantly lower than that of the other two models implies a much weaker relationship between the variables for this group.

However, a loose fit with the model does

not necessarily mean that it should be discarded. It is possible to see if the model is at least statistically significant by analysing the p-value of these regressions. Basically, considering a 5% confidence interval (which translates to being 95% confident that the model correctly explains the data), the p-value would need to be lower than 0.05 for the conclusion to be statistically significant, rejecting the null hypothesis (i.e., that infrastructure investment does not explain income growth) in favour of the alternative hypothesis (infrastructure investment can explain income growth). The p-values obtained in the three models were:

- Regression for all countries: 0.0000064 (less than 0.05)
- Regression for high-income countries: 0.5303782 (greater than 0.05)
- Regression for medium-income countries: 0.0334632 (less than 0.05)

The model is clearly able to explain the relationship between infrastructure investment and income growth in the overall model and the medium-income model, but not in the high-income model. This finding means that, with a confidence level of 95%, **the regression model found for predicting the average income growth of the medium-income countries analysed is statistically significant, based on their respective infrastructure investment levels.**

4. STUDY LIMITATIONS

The main constraint on this study was data availability. A sole source of data for each variable was selected to improve the consistency of the observations and reduce the risk of error by handling multiple sources. However, the infrastructure investment data source (the OECD database) lacked sufficient (or even any) information on many major markets like Brazil, Chile, and South Africa, thus eliminating them from this study. Also, having

no information on any low-income countries hampered the discovery of additional and presumably valuable and interesting insights. Information on other types of infrastructure – such as telecommunications and energy – could have enriched this study even more.

Nonetheless, this study was able to uncover some interesting findings and these constraints may be addressed in future analyses.

5. CONCLUSION

This study found statistical evidence that investing in infrastructure can indeed enrich a nation, but only for medium-income countries. This finding is not surprising, because medium-income economies are heavily dependent on mining and manufacturing activities, which require robust transportation networks to ship bulky materials and products. In contrast, the economies of more developed nations (even those with significant industrial footprints), rely more on services than lower-income nations. .

But does this finding mean that wealthier economies should stop investing in infrastructure altogether? Absolutely not. First, because in the hypothesis tested, we were unable to prove through statistical significance only that relationships between the variables existed for these countries, but this does not mean that such

relationships do not exist. In fact, we still saw positive relationships between investment and GDP growth, even if at lower marginal rates. This means that richer countries must spend more for less payback, which is intuitive as the infrastructure is already in place in richer countries. Second, because even if infrastructure investments were completely unrelated to income growth in the short term, this does not mean that they would not impact a nation's income over the long term, particularly bearing in mind that neglected transportation assets inevitably cripple national economies and citizen lifestyles after some time. And third, because infrastructure investment returns were analysed through only economic lenses, while countries have multiple other critical infrastructure-dependent interests to consider, particularly national security and mobility independence.

6. AUTHOR'S RECOMMENDATIONS

At this point, readers might be wondering: “If investing in infrastructure is good, at least for some countries, why aren’t these economies investing even more? Shouldn’t they go all-in?” Although this study leads to a better understanding of the relationship between infrastructure and economic growth, countries should tread carefully when deciding on where to invest, and how to do so. History shows that governments that invested too much and too fast in infrastructure (and other areas) during the last century plunged into severe financial crises that proved fix-resistant, triggered by rapidly rising debt and hyperinflation. To avoid such risks with these types of investments, the following actions are recommended:

1. Identify a real demand. It can be easy to fall for the ‘build and they will come’ approach. Although such projects can pump up local demands just by existing, to be long-lived they must respond to existing latent demands. For instance, regions that mine raw materials for industries that need to be far away but are connected only by roads might be great candidates for a new rail line, especially if the supply relationship is viewed as long term.

2. If there is no demand, create it (or coordinate with others who can). Imagine a nation that wishes to develop a region lacking modern facilities. Even building a simple, decent quality road leading there could take a long time to pay for itself, if it ever does. Developing entire regions is a difficult endeavour, but not impossible. A general rule is

that assets must be used as much as possible to maximise their returns. So if there is a plan to build a better road forwarded to a distant community, for instance, the person in charge of the project should consider whether the new use of the road would justify the effort. If not, the project manager should then seek out untapped economic opportunities in the region before abandoning the project, even if such opportunities are in sectors outside their field of experience. For example, some remote regions might have specialised natural resources that are important for certain industries, while others could be developed as exotic tourism destinations. If expected project usage falls below its feasibility threshold, cross-industry coordination could help each part to benefit from this initiative. Private-public partnerships (PPPs) are an example of this kind of coordination. Different but complementary projects like this may be clustered into programs, requiring exemplary governance practices that minimise the risks of a party defaulting on its obligations and causing losses to the others. These practices include program oversight and conditional agreements ensuring that all interests remain aligned throughout the program’s lifetime. These high-risk initiatives impose heavy demands, but offer massive returns when handled properly.

3. Define the funding. Funding for private-sector infrastructure investments is very straightforward: The rate of return of an investment must be higher than the cost of the capital used to fund

it, regardless of whether it comes from either issued debt or sold equity. For example, if a mining company can prove that extending a rail line and expanding a port terminal that it owns will increase its sales, funding these projects should not be a challenge. And as the ESG agenda spreads across multiple sectors, benefits other than financial gains are also starting to justify infrastructure investments, such as fleet electrification, local community development, and carbon credit sales. However, this process might not always be as simple for public (meaning government-funded) projects, especially because governments must juggle many more interests simultaneously. Their remit certainly includes regional economic development, connecting up communities, and enhancing the lives of their citizens. But when initiatives tackling these issues cost unjustifiable amounts of money, more serious problems may appear at the national level, such as currency devaluation. Governments should be as rigorous as private organizations, if not more, in managing these types of projects. Sometimes they serve their citizens better by focusing their efforts on drafting better policies, choosing the right incentives, and enforcing best practice laws, rather than directly managing these projects.

4. Always avoid inefficiencies. Project inefficiencies can take many forms, ranging from poor management to official corruption (on projects where

government agencies are involved). Unfortunately, it is still very common – even today and in well-developed economies – to see project managers taking unnecessary and uncalculated risks to speed up large projects, or see bribery scandals hit the headlines, halting projects that are important for the public. To implement and seize the advantages of physical infrastructure projects for communities, it is important to also implement and maintain efficient institutional infrastructures. This concept consists of a series of processes designed to identify, correct, and prevent bad practices that undermine the positive outcomes expected of a well-planned project. Measuring progress, regularly assessing risks, updating expected returns based on new information on project demands, enforcing and updating applicable laws and regulations, changing project leadership when required, establishing compliance mechanisms that correct issues and avoid new problems, and having unbiased and unconflicted legal institutions and watchdog agencies overseeing these projects are some examples of what an environment with a mature institutional infrastructure looks like.

The path to the enrichment of a nation is complex, where many elements are at play, some more easily influenced than others. This study analyses the effects of one of these elements for certain n types of nations, concluding that it can help them reach their goals, although this is not a risk-free process.

7. DATA SOURCES AND REFERENCES

Bondarenko, P. (n.d.). Elasticity. In Britannica Money. Retrieved from <https://www.britannica.com/money/elasticity-economics>

OECD (2023), Infrastructure investment (indicator). doi: 10.1787/b06ce3ad-en (Accessed on 20 July 2023). Retrieved from <https://data.oecd.org/transport/infrastructure-investment.htm>

World Bank IBDR/IDA (2023). per capita GDP growth (annual %), DataBase ID: NY.GDP.PCAP.KD.ZG. Retrieved from <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.KD.ZG>



ANÁLISE DO IMPACTO DA COVID-19 NO ACIONAMENTO DE SEGUROS AUTO

Matheus Dalla Dea Prado

Universidade de São Paulo / University of São Paulo

Roberto Bomgiovani Cazzari

Universidade de São Paulo / University of São Paulo

RESUMO

Com a chegada da pandemia da COVID-19, o mercado segurador sofreu múltiplos impactos, e dentro desse campo, o seguro auto foi amplamente atingido. O presente trabalho teve como objetivo identificar e entender quais os impactos causados pela COVID-19 no acionamento dos seguros, considerando tanto uma dimensão de frequência quanto de severidade. Foram analisadas as regiões do estado de São Paulo, com dados segregados por sexo e faixa etária. O estudo comparou os dados do semestre pré-pandemia (primeiro semestre de 2019) com os do primeiro semestre de 2020, a fim de capturar os primeiros impactos no mercado de seguros auto, consequentes da chegada da COVID-19. As principais conclusões consistiram na diminuição de reclamações do referido seguro e no aumento da severidade dessas reclamações, resultando em um reajuste positivo nos valores de prêmio do seguro.

Palavras-chave: Seguros Auto, Pandemia, Indenização, AUTOSEG.

ABSTRACT

With the arrival of the COVID-19 pandemic, the insurance market has been thoroughly impacted, and within this field, auto-insurance has been extensively affected. This study aims to identify and understand the impact caused by COVID-19 on insurance activation, considering both the aspect of frequency as well as of severity. Regions of the state of São Paulo were analyzed, where the data has been split into age and gender. The study compared pre-pandemic data (from the first semester of 2019) with the data from the first semester of 2020, aiming to capture the first immediate impacts that came as consequences of the COVID-19 pandemic in the auto insurance market. The main conclusions consist of fewer referred insurance claims as well as the increase in severity in such claims, resulting in a positive readjustment in the prices of insurance premiums.

Keywords: Auto Insurance, Pandemic, Insurance Compensation, AUTOSEG.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o histórico da pandemia da COVID-19 disponibilizado no site da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), a Organização Mundial da Saúde (OMS) foi alertada no fim do ano de 2019 sobre casos de pneumonia provocada por uma nova espécie de coronavírus, pela primeira vez identificados em seres humanos. Já no segundo mês de 2020, mais de 5 tipos do vírus haviam sido identificados (um deles responsável por causar a doença COVID-19) e, em março do mesmo ano, a enfermidade foi caracterizada pela OMS como uma pandemia.

Em fevereiro de 2020, foi diagnosticada a primeira pessoa com COVID-19 em território brasileiro; não demorou para que ações governamentais, visando à contenção do vírus no país, começassem a ser implementadas. Tais medidas foram sendo consolidadas a partir do mês seguinte. Estabelecimentos tiveram seu funcionamento restringido e quarentenas foram implementadas por todo o país, sendo considerado crime contra a saúde pública e havendo consequências para os que desrespeitassem o isolamento. Ainda, objetivando mitigar os impactos econômicos e reforçar as medidas de proteção social, o Poder Legislativo do Brasil criou o auxílio emergencial, que previu o repasse de 600 reais mensais a trabalhadores informais e de baixa renda durante os primeiros meses de pandemia.

Em março de 2020, a Imperial College de Londres liderou um estudo assinado por quase 50 cientistas onde foram

feitas estimativas de como a pandemia poderia afetar mais de 200 países ao redor do mundo, a depender do nível de investimento em métodos a serem adotados visando à contenção do vírus. De acordo com os autores, conforme mais rígidas as medidas preventivas aplicadas, menor seria o número de mortos pela doença:

Nós estimamos que a ausência de intervenções resultaria em 7 bilhões de infecções e 40 milhões de mortes no mundo todo pela COVID-19 neste ano. Estratégias de mitigação focadas na blindagem a idosos (redução de 60% dos contatos sociais) e desaceleração, mas não interrupção, da transmissão (redução de 40% dos contatos sociais para uma população mais ampla) poderiam reduzir esse ônus pela metade, salvando 20 milhões de vidas [...] (WALKER et al., 2020, p. 1, tradução nossa)¹.

Sobre o Brasil, foi concluído que, caso não houvesse estratégias de isolamento, mais de 1,15 milhão de pessoas poderiam morrer devido à COVID-19. Em contrapartida, feitos investimentos eficazes em planos de contenção do vírus, o número de óbitos ficaria abaixo dos 45 mil (WALKER et al., 2020).

Levando em consideração o estudo mencionado, é plausível afirmar que o número de óbitos por COVID-19 e, consequentemente, de pessoas infectadas diminuiria significativamente com a aplicação de quarentenas; além disso, tal medida implicaria em uma menor quantidade de carros em circulação e, de forma intuitiva: quanto menor o número de cidadãos nas ruas e de carros em circulação, menor a chance de ocorrer um

1. "We estimate that in the absence of interventions, COVID-19 would have resulted in 7.0 billion infections and 40 million deaths globally this year. Mitigation strategies focussing on shielding the elderly (60% reduction in social contacts) and slowing but not interrupting transmission (40% reduction in social contacts for wider population) could reduce this burden by half, saving 20 million lives [...]"

acidente, tornando menos frequente o acionamento de seguros nesse cenário.

Além da incontestável demanda emergencial nas áreas relacionadas à saúde, a pandemia causou consequências em diversos outros setores, como o mercado segurador, que foi afetado de forma bastante particular. O ano de 2019 resultou em bons números para o setor de seguros no mundo todo. No Brasil, de acordo com a Confederação Nacional das Empresas de Seguros Gerais, Previdência Privada e Vida, Saúde Suplementar e Capitalização (CNseg, 2021e), sem contar Saúde Suplementar e DPVAT, houve um faturamento de R\$ 270,2 bilhões no referido setor, o que corresponde a um acréscimo de 12,1% (8,1%, se descontada a inflação) em relação ao ano de 2018.

Para 2020, era esperado um avanço no setor de seguros ainda maior do que o observado no ano anterior, porém, por consequência da pandemia do novo coronavírus, sua taxa de crescimento ficou em torno de 1,3%, segundo a CNseg (2021f). Ainda, feita uma avaliação por segmentos, observou-se que o cenário pandêmico afetou todos os ramos. Mesmo assim, a CNseg ressaltou a resiliência como sendo uma forte característica do mercado segurador, já que, ainda sob este contexto, seu desempenho resultou em números positivos.

Em abril de 2020, com a chegada da pandemia, o setor de seguros registrou uma queda nas receitas de mais de 20% em relação ao mês de março, resultando na menor arrecadação de prêmios observada desde fevereiro de 2016 e, no segmento de Danos e Responsabilidades, o ramo de automóveis apresentou retração de cerca de 13,5%, ainda de acordo com publicação feita pela CNseg (2021a). Fica evidente a associação dessa porcentagem de retração com a restrição na mobilidade que havia sido instaurada naquele mesmo mês.

Uma pesquisa realizada em setembro

de 2020, acerca dos setores mundiais que se recuperaram mais rapidamente após a flexibilização das normas de distanciamento social, mostrou que o setor de automóveis foi o sexto dentre os 18 analisados que mais rápido se reergueu. Os dados da pesquisa foram apresentados em reunião do Comitê de Estudos de Mercado (CEM) da Confederação Nacional das Seguradoras – CNseg (2021c). Tal informação fortalece a ideia de que a quarentena foi uma variável significativa para o retraimento do mercado automotivo no geral.

Também, durante seu editorial na *Conjuntura*, conforme release publicado em agosto de 2020, o então presidente da CNseg, Marcio Coriolano, revelou que “no acumulado do semestre, comparado ao mesmo período de 2019, o seguro de automóvel exibe queda provocada pelas restrições à mobilidade das pessoas (...)” (CNseg, 2021b), explicitando o efeito gerado pela quarentena.

Ainda, segundo release publicado em novembro de 2020, comparando-se os nove primeiros meses de 2019 com o mesmo período do ano seguinte, os dados de sinistralidade mostram redução de quase 5% no segmento de Danos e Responsabilidades (53,1% em 2019 para 48,5% em 2020), influenciada pela redução de acidentes e roubos no ramo de automóveis (CNseg, 2021d). Tal fato, como já mencionado, está, muito provavelmente, atrelado às medidas de restrição da mobilidade que foram adotadas no combate ao coronavírus.

Passando para uma visão mais geral, Kirti e Shin (2020), em estudo acerca do impacto da COVID-19 nas seguradoras, deixam claro a magnitude financeira deste mercado ao exporem que tais companhias, naquela data, possuíam mais de 33 trilhões de dólares em ativos globalmente. Os autores também afirmam haver um impacto direto da pandemia no contexto da saúde geral da população (como já mencionado em parágrafos

anteriores) e ressaltam, ainda, o impacto indireto, que se daria por meio de choques financeiros.

Kirti e Shin (2020) também explicam que as seguradoras de propriedades e acidentes, por oferecerem proteção contra vários tipos de perdas, detêm uma parcela maior de ativos em ações do que as seguradoras de vida e, portanto, seriam as mais afetadas por turbulências no mercado acionário. Os pesquisadores corroboram, inclusive, com o pensamento de que as seguradoras de automóveis estariam particularmente expostas aos efeitos da pandemia com a prática de quarentenas e a redução de acidentes de trânsito, consequentemente.

Já em estudo publicado no mês de abril de 2020 sobre como o coronavírus poderia alterar o seguro de automóvel pessoal nos Estados Unidos, Chester et al. (2020) comentam: “Como todos os setores da indústria, o de seguros foi significativamente afetado: desde o início da pandemia, perdeu 760 bilhões de dólares em valor de mercado globalmente, a terceira maior perda de todos os setores.” (CHESTER et al., 2020, p. 2, tradução nossa)². Tendo em mente que tais dados levam em consideração apenas os primeiros meses de pandemia, fica evidente seu efeito imediato sobre o mercado segurador.

Com relação aos Estados Unidos, Chester et al. (2020) reconhecem a diminuição na frequência de reclamações de seguros de automóvel pessoal como um possível efeito da COVID-19. Além disso, os autores discorrem sobre o decréscimo da frequência e aumento da severidade de tais reclamações (considerando dados dos anos de 2009 a 2018), fato que pode ser

explicado pelas melhorias contínuas das medidas de segurança no trânsito e da tecnologia dos automóveis.

Ainda, ao analisar a redução de fatalidades durante grandes recessões nos EUA (considerando dados a partir de 1970), Chester et al. (2020) concluem que tal correlação vem ficando mais fraca com o passar dos anos. Conforme exposto na pesquisa, podem ser percebidas quedas (cada vez menos bruscas) na taxa de fatalidade a cada nova medida de segurança aplicada no país. Tal fato indica que o número de fatalidades está cada vez mais estável e, portanto, grandes variações serão cada vez menos evidentes.

Em suma, analisar o cenário geral da pandemia, no que diz respeito às medidas de restrição de mobilidade, possibilita serem feitas suposições a respeito da situação do mercado segurador de automóveis. É intuitivo relacionar a diminuição de carros em circulação com a queda do número de acidentes de trânsito, por exemplo. Ainda, a redução de acidentes automotivos pode impactar diretamente nos números deste setor de seguros. Tais hipóteses servem como ponto de partida para este estudo, que objetiva identificar e entender a variação no acionamento de seguros automotivos e suas consequências causadas pela pandemia da COVID-19 no Brasil.

Este trabalho buscou analisar, através dos montantes de indenização informados pelas companhias seguradoras nacionais à Superintendência de Seguros Privados – SUSEP, os impactos causados pela pandemia no mercado de seguros automotivos, considerando as medidas restritivas implementadas no estado de São Paulo.

2. “Like all industries, insurance has been materially affected: since the onset of the pandemic, it has lost \$760 billion globally in market capitalization, the third highest among all industries.”

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. O mercado de seguros global

Para fins argumentativos, uma análise interessante a ser feita é com relação ao efeito da pandemia e da quarentena no mercado de seguros em diferentes lugares do mundo. Segundo Ramasamy (2020), na Índia, o setor de seguros foi o único dentre os setores de serviços financeiros, bancários e o próprio setor de seguros (Setor BFSI) que foi afetado positivamente pela pandemia da COVID-19. De acordo com sua pesquisa, o cenário pandêmico fez com que mais consumidores contratassem seguros de vida, dentre outros tipos de seguros destinados à cobertura da COVID-19, por conta do medo de uma possível crise financeira que pudesse ser instaurada devido à doença.

Passando para a África Ocidental, um estudo sobre o cenário Ganês durante o período de março a junho de 2020 mostrou que o impacto financeiro no mercado segurador foi bastante intenso, com lucros e prêmios reduzidos em 16,6% e 17,01% respectivamente (Babuna et al., 2020). De acordo com os autores, em um primeiro momento, a grande maioria das companhias no país não tinham experiências para administrar a crise causada pela pandemia, mas a recuperação foi rápida e, na época, era previsto que as operações seguradoras voltassem ao normal já no início do ano seguinte e com crescimento mantido pelos próximos 5 anos.

Por sua vez, uma pesquisa empírica

realizada acerca do efeito da COVID-19 relacionado ao mercado segurador da China por Wang et al. (2020) revelou um violento impacto negativo a curto prazo, o que se deve à limitação dos canais de marketing de seguro e à supressão da demanda por seguros residenciais. O estudo em questão concluiu que

[...] o desenvolvimento da seguridade social e do seguro digital ajuda a aliviar o impacto negativo da COVID-19 no mercado de seguros. Isso ocorre porque a seguridade social ajuda as famílias a lidar com o impacto da pandemia em seu trabalho e renda, e o seguro digital ajuda a superar as restrições do marketing de seguro offline no contexto da COVID-19. (WANG et al., 2020, p. 2361, tradução nossa)³.

Já segundo estudo geral feito por Volosovych et al. (2021), o mercado de seguros mundial iniciou o ano de 2020 em ótimas condições, visto que em 2019 o crescimento dos prêmios foi o maior dos 4 anos antecedentes, mas com a chegada da pandemia da COVID-19, o serviço mencionado foi impactado de forma variada: o número de seguros de vida e de saúde emitidos aumentaram bruscamente, enquanto a contratação de seguros de viagens e automóveis diminuiu de maneira significativa. De acordo com o artigo em questão e corroborando com a pesquisa de Wang et al. (2020), uma mudança que todas as companhias seguradoras sofreram em comum foi com relação à interação com o consumidor, visto que, durante o período de quarentena estabelecido ao redor do mundo, os negócios teriam de ser feitos remotamente. Por conta disso, o trabalho

3. “[...] the development of social security and digital insurance helps alleviate the negative impact of COVID-19 on the insurance market. This is because social security helps households cope with the impact of the pandemic on their work and income, and digital insurance helps to overcome the restrictions of offline insurance marketing against the backdrop of COVID-19.”

concluiu que o mercado segurador desenvolveu-se tecnologicamente de forma expressiva e isso trouxe e trará cada vez mais melhorias no que tange à precificação, personalização, entre outras áreas do serviço.

A respeito dos impactos da pandemia no mercado de seguros ucraniano, tem-se que “durante o período de quarentena e declínio na atividade econômica, as seguradoras ucranianas mostraram um aumento nos prêmios brutos de seguro (+4,4% para seguro geral e +10% para seguro de vida) no primeiro semestre de 2020.” (SHEVCHUK, 2020, p. 33-34, tradução nossa)⁴. Em seu estudo, Shevchuk (2020) também afirma que as seguradoras que estavam familiarizadas com a transformação digital e já eram avançadas tecnologicamente responderam à pandemia com maior velocidade e agilidade do que seus concorrentes mais cautelosos. Concluindo, a pesquisa firma a COVID-19 como aceleradora com relação à inovação no setor segurador.

No que diz respeito às mudanças causadas pela COVID-19 no negócio de seguros global, Klonowska e Strupczewski (2020) ressaltaram que uma consequência imediata foi o declínio nas vendas de alguns ramos de seguro: o de propriedade, de veículo e de carga. De acordo com a pesquisa, que teve como análise o período de janeiro a maio de 2020, tal impacto resultou: (i) da limitação ou suspensão das atividades das empresas seguradoras; (ii) da diminuição de receitas e taxa de crescimento do PIB, e do aumento do desemprego.

Mais especificamente sobre seguros de veículos, Klonowska e Strupczewski (2020) comentam que algumas companhias americanas recalcularam os valores de prêmio do seguro como resposta à suposta redução do risco de acidentes rodoviários, porém, posteriormente, foi descoberto que esse risco não foi realmente reduzido: “durante a COVID-19, o número de acidentes graves e fatais nas cidades dos Estados Unidos aumentou, assim como ocorreu com os casos de excesso de velocidade.” (KLONOWSKA e STRUPCZEWSKI, 2020, p. 6, tradução nossa)⁵. Desse modo, com relação ao cenário estadunidense, pode-se concluir que o agravamento dos casos de acidentes graves e fatais, bem como os casos crescentes de excesso de velocidade compensaram, de certo modo, pela redução na quantidade de veículos em circulação nas ruas.

Para Scigo (2020), em estudo acerca do cenário brasileiro, o ramo de seguros automotivos apresentou redução de 10% nos prêmios emitidos no primeiro semestre de 2020 em comparação com o mesmo período de 2019. Também foi observado um movimento inverso no número de sinistros ocorridos com relação a outros ramos. Ao analisar os meses de janeiro a junho, Scigo (2020, p. 26) comenta que

Com a diminuição da circulação de automóveis durante a pandemia e a consequente diminuição da exposição, o ramo 531 – Automóvel Casco apresentou também uma grande diminuição nos sinistros ocorridos, tendo o primeiro semestre de 2020 apresentado redução de 12% quando comparado com o mesmo período do ano anterior.

4. “In conditions of quarantine restrictions and a decline in economic activity, Ukrainian insurers that filed reports showed an increase in gross insurance premiums (+4.4% for general insurance and +10% for life insurance) in the first half of 2020.”

5. “During Covid-19, the number of serious and fatal accidents in the US cities increased, as did the number of overspeeding.”

Ainda, aplicando o Teste do Sinal para os dados do ramo Automóvel - Casco, mesmo para um nível de significância de 10%, Scigo (2020, p. 28) conclui que

[...] a mediana dos sinistros ocorridos no primeiro semestre de 2020 não apresenta diferença em relação a mediana de sinistros ocorridos no primeiro semestre em 2019. Contudo, para o mesmo ramo, pode-se dizer que a mediana dos prêmios emitidos no primeiro semestre de 2020 é menor do que a mediana dos prêmios emitidos no primeiro semestre de 2019 [...]

Como apontaram os autores mencionados, o setor securitário sofreu diversos impactos com relação à chegada da COVID-19. O comportamento dos prêmios emitidos e dos sinistros ocorridos variou a depender do ramo observado. Apesar dos inúmeros impactos negativos e do cenário duvidoso, uma consequência majoritariamente positiva citada de modo recorrente foi a mudança na forma de operação das companhias a fim de se adaptarem às medidas restritivas aplicadas mundialmente e, quanto a isso, pôde ser observado um desenvolvimento tecnológico expressivo.

2.2. O mercado transportador e o transporte rodoviário global

Em matéria sobre o cenário geral do setor de transporte pós-COVID-19, Rothengatter et al. (2021) reforçaram as redes e serviços de transporte como facilitadores essenciais das atividades comerciais e, por isso, a rápida recuperação do setor e seu funcionamento eficiente foram extremamente importantes para uma melhora no cenário de crise econômica que havia se

instaurado por todo o mundo. Para os pesquisadores, "o transporte terrestre de carga de longa distância parece estar mais relacionado ao PIB. A Alemanha, por exemplo, experimentou um declínio de t.km (toneladas por quilômetro) de 5,4% com relação ao transporte rodoviário [...] para os meses de janeiro a agosto de 2020." (ROTHENGATTER et al., 2021, p. 229, tradução nossa)⁶.

Vo e Tran (2020), em um estudo acerca do impacto da COVID-19 no comércio global, destacaram a importância do transporte com relação ao restante dos serviços no mundo ao levar em consideração os efeitos causados pelo abalo do referido setor na cadeia de suprimentos. Segundo os pesquisadores, o fechamento das fronteiras e a aplicação das quarentenas em países em desenvolvimento causaram uma queda de 30% na eficiência do transporte no primeiro trimestre de 2020: "os serviços de transporte, incluindo marítimo, rodoviário, aéreo e ferroviário, foram severamente afetados pela COVID-19." (VO e TRAN, 2020, p. 3, tradução nossa)⁷. Ainda, sobre o transporte rodoviário, pontuaram:

O tráfego rodoviário diminuiu drasticamente em março e abril de 2020, sem sinais de recuperação em maio de 2020. Portanto, a atual pandemia da COVID-19 tem limitado severamente as atividades de transporte rodoviário internacional (...) as políticas de restrição da COVID-19 resultaram em medidas restritivas no serviço de transporte para frete rodoviário em muitos países ao redor do mundo. A interrupção deste tipo de transporte causou uma grave escassez que interrompeu as cadeias de suprimento globais. (VO e TRAN, 2020, p. 5, tradução nossa)⁸.

6. "The land-borne long-distance freight transport appears to be more closely related to GDP. For example, Germany experienced a decline of ton-kms of 5.4% (road) (...) for the months January-August 2020."

7. "Transport services, including sea, road, air and rail, have been severely affected by COVID19."

8. "Road traffic declined sharply in March and April 2020, with no sign of recovery in May 2020. Thus, the ongoing COVID-19 pandemic has severely limited international road transport activities (...) restrictive policies for domestic transport or close border crossing for road freight services to limit the spread of COVID-19. Disrupting road transport supply chains led to severe transport shortages that disrupt global supply chains."

Com relação às mudanças necessárias na regulação do serviço de transporte devido à situação de pandemia, Makhaboroda et al. (2020) concluem, em pesquisa focada no cenário russo, que em casos de introdução de um regime de isolamento social, pandemias e afins, onde companhias transportadoras tenham suas atividades suspensas pelo governo, deve-se introduzir uma regra para cancelar a responsabilidade de tais companhias que transportem passageiros e bagagens e atuem sob contratos de prestação de serviços, visando à saúde e à segurança dos cidadãos. Por fim, os pesquisadores pontuam que tal regra não deve ser aplicada a outras organizações, em particular àquelas que operam no setor agrícola e outras envolvidas no transporte interestadual e transporte de produtos perecíveis, uma vez que tais atividades devem ser

realizadas em quaisquer circunstâncias, a fim de evitar desastres humanitários e manter as condições de vida dos cidadãos intactas.

Com relação ao fluxo do setor rodoviário brasileiro, Oliveira et al. (2021) apontam uma queda drástica de demanda e de receita devido às restrições operacionais impostas em razão da pandemia. Segundo os autores: “85,3% das empresas de transporte e logística tiveram redução em sua demanda em março de 2020, quando comparado ao usual para o período.” (OLIVEIRA et al., 2021, p. 21721). Tal porcentagem, para o mês de maio, permaneceu expressiva: 80,6%. A solução para muitas dessas empresas foi a paralisação total ou parcial de suas atividades, o que contribuiu para uma redução de veículos em circulação nas rodovias.

3. METODOLOGIA

Para o estudo, foram utilizadas as bases de dados estatísticos do Seguro de Automóveis fornecidas pelo Sistema AutoSeg, obtidas por meio do site da Superintendência de Seguros Privados-SUSEP. Tais bases são formadas a partir de arquivos enviados semestralmente pelas companhias seguradoras brasileiras contendo dados referentes às apólices vigentes e sinistros ocorridos no período de análise. A confecção e divulgação dessas informações visa a atender às deliberações da SUSEP.

A análise foi elaborada para a cobertura Casco e englobou o primeiro semestre de 2019 e o primeiro semestre de 2020, a fim de captar o impacto inicial da pandemia nos números do mercado segurador de automóveis. Não obstante, as informações foram levantadas e classificadas por categoria tarifária, região, modelo, ano, sexo e faixa etária. Cada linha, então, corresponde a um grupo de apólices com a mesma característica, e as informações são segregadas em cinco coberturas diferentes, sendo elas: roubo e furto; colisão parcial; colisão perda total; incêndio; e outras coberturas, como assistência 24 horas etc. Para o estudo, foram levadas em consideração as coberturas mais ligadas à exposição dos veículos nas ruas, ou seja: roubo e furto; colisão parcial; e colisão perda total.

Primeiramente, houve a manipulação dos dados através do software estatístico

SAS®, no qual as bases foram consolidadas, totalizando 6.070.471 linhas com informações de todo o país. Vale ressaltar que foram desconsideradas as linhas referentes às apólices com campo sexo igual a J e O (jurídica e sem informação, respectivamente) e campo idade igual a O (não informada), mitigando as interferências no cálculo das estatísticas descritivas e no restante das considerações.

Os códigos das faixas etárias vão de 1 a 5, e correspondem às idades entre: 18 e 25 anos (1); 26 e 35 anos (2); 36 e 45 anos (3); 46 e 55 anos (4); e maior que 55 anos (5). Complementarmente, as únicas regiões consideradas foram as correspondentes ao estado de São Paulo: 9 (Vale do Paraíba e Ribeira); 10 (Litoral Norte e Baixada Santista); 11 (Metrópole de São Paulo); 12 (Grande Campinas); e 13 (Ribeirão Preto e Demais Municípios de Campinas).

Tendo em vista que cada linha da tabela utilizada informa o total das indenizações registradas para cada grupo de apólices de mesma característica e, portanto, este não é o valor referente à cada sinistro ocorrido, foi adotada a hipótese simplificadora de que cada montante de indenização contemplando múltiplos sinistros tivesse seu valor médio replicado na base pela quantidade de ocorrências informada, de maneira que cada linha passasse a representar o valor de uma indenização referente a um único sinistro.

4. ANÁLISES E RESULTADOS

4.1. Quantitativo e estatísticas descritivas

Para proporcionar uma visão geral mais fiel e fundamentada acerca do cenário segurador de automóveis brasileiro, a

Tabela 1 reflete o quantitativo a respeito dos sinistros e indenizações das coberturas supramencionadas de forma segregada.

Tabela 1- Quantitativo

Cobertura	Quantidade de Sinistros		Total das Indenizações (em R\$)	
	1º sem. 2019	1º sem. 2020	1º sem. 2019	1º sem. 2020
Roubo e Furto	20.479	13.926	652.658.507,00	497.837.970,00
Colisão Parcial	120.403	56.456	644.280.959,85	506.863.393,00
Colisão Perda Total	15.247	8.078	570.165.027,00	408.121.848,00

Fonte: Calculado com base no Sistema de Estatísticas da SUSEP

Por meio dela, percebe-se que a variação da quantidade de sinistros entre os períodos não acompanha proporcionalmente a variação da soma total das indenizações para nenhuma das três coberturas, indicando um aumento expressivo nos valores médios

das indenizações. Deixando mais clara essa percepção, o cálculo da Média das Indenizações por Sinistro foi feito, dividindo-se o valor total das indenizações de cada cobertura pela quantidade de sinistros ocorridos para ambos os períodos, conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Média das Indenizações por Sinistro

Cobertura	Média de Indenização (em R\$)		
	1º sem. 2019	Variação	1º sem. 2020
Roubo e Furto	31.869,65	12,17%	35.748,81
Colisão Parcial	5.351,04	67,78%	8.978,03
Colisão Perda Total	37.395,23	35,10%	50.522,64

Fonte: Calculado com base no Sistema de Estatísticas da SUSEP

As variações positivas, levando em consideração principalmente as coberturas de Colisão Parcial e de Colisão Perda Total, evidenciam o mesmo cenário observado por Klonowska e Strupczewski (2020) nos Estados Unidos, podendo esse crescimento ser um forte indício de um aumento nos casos de acidentes graves e fatais no estado de São Paulo, devido a compensar pela redução da quantidade de veículos em circulação.

Para obter a Frequência Relativa dos Sinistros de cada cobertura, dividiu-se a quantidade de sinistros ocorridos no período pela quantidade de veículos segurados (quantidade de expostos) no semestre em questão. Ao analisar as frequências na Tabela 3, pode-se observar uma variação positiva, contudo, isso não significa que houve mais sinistros, e sim que, em São Paulo, a proporção de veículos sinistrados, em comparação com a quantidade de veículos segurados, foi maior no primeiro semestre de 2020.

Tabela 3 – Frequência Relativa dos Sinistros

Cobertura	Frequência de Sinistro		
	1º sem. 2019	Variação	1º sem. 2020
Roubo e Furtos	3,43%	2,63%	6,06%
Colisão Parcial	7,61%	2,25%	9,86%
Colisão Perda Total	2,69%	2,01%	4,70%

Fonte: Calculado com base no Sistema de Estatísticas da SUSEP

Mais especificamente, para uma visualização do efeito da pandemia com maior acuracidade, foram calculadas as estatísticas descritivas sobre o campo de montante das indenizações pagas por apólice para os dois períodos considerados. As Tabelas 4, 5 e 6 mostraram medidas segregadas por cobertura seguidas de uma breve consideração acerca das diferenças observadas.

Iniciando pelos resultados referentes à cobertura de Roubo e Furto (Tabela 4), é

observada assimetria positiva em ambos os semestres, indicando distribuições assimétricas à direita, isto é, com maior concentração de valores mais reduzidos, levando em consideração todo o intervalo da amostra. A curtose maior que 0 aponta uma distribuição leptocúrtica, ou seja, mais concentrada do que uma distribuição normal e com caudas mais pesadas, sendo relativamente fácil de obter valores extremados (principalmente para o primeiro semestre de 2019).

Tabela 4 – Estatísticas Descritivas – Roubo e Furto

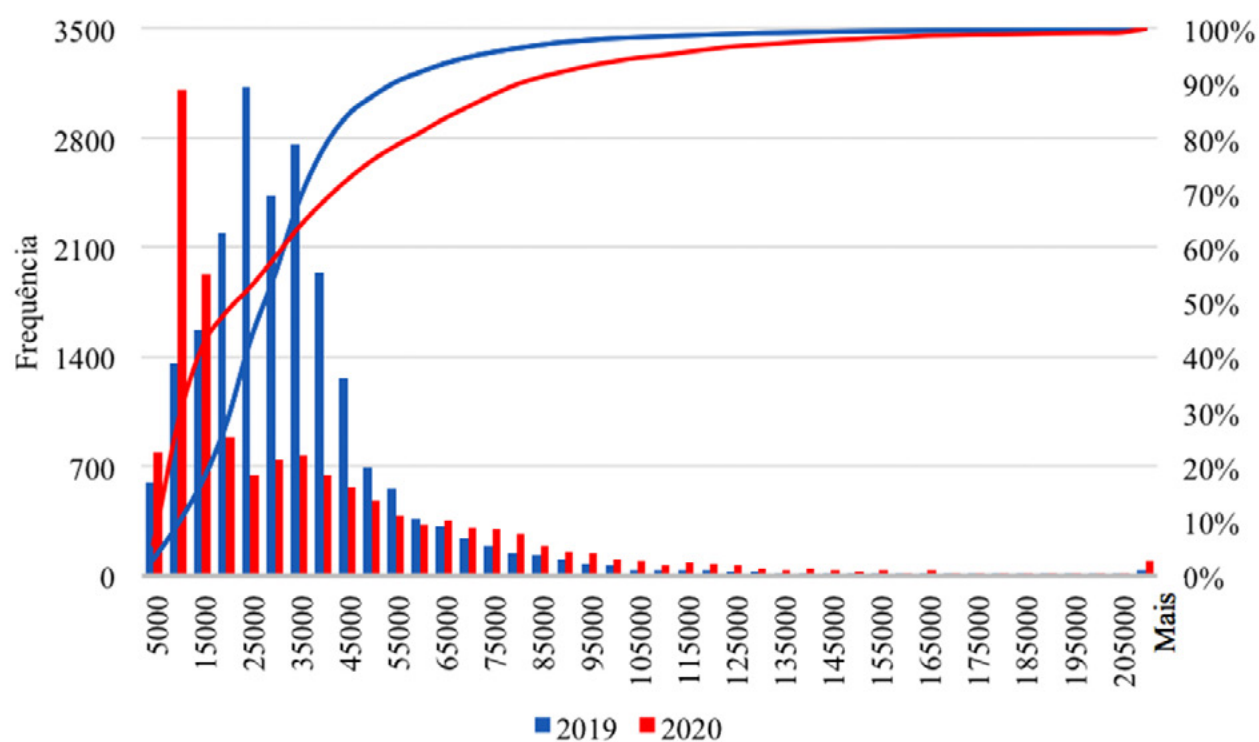
Medidas	1º sem. 2019	1º sem. 2020
Média	R\$ 31.869,65	R\$ 35.748,81
Erro padrão	164,99	338,43
Mediana	R\$ 27.867,00	R\$ 21.820,00
Modo	R\$ 11.084,22	R\$ 7.070,42
Desvio padrão	23.610,35	39.937,57
Coefficiente de variação	0,74	1,12
Curtose	56,02	21,77
Assimetria	4,30	3,30
Intervalo	729.694,00	701.618,00
Mínimo	R\$ 18,00	R\$ 7,00
Máximo	R\$ 729.712,00	R\$ 701.625,00
Soma	R\$ 652.658.507,00	R\$ 497.837.970,00
Contagem	20.479,00	13.926

Fonte: Calculado com base no Sistema de Estatísticas da SUSEP

A Figura 1 mostra o histograma (representado pelas barras vermelhas e azuis - indicando a quantidade de sinistros registrados dentro de cada intervalo referente ao valor em reais das

indenizações), bem como a distribuição acumulada das indenizações (representada pelas linhas vermelhas e azuis) para a cobertura de Roubo e Furto.

Figura 1 - Histograma - Roubo e Furto



Fonte: Calculado com base no Sistema de Estatísticas da SUSEP

A Tabela 5 refere-se às medidas estatísticas das amostras de indenizações enquadradas em Colisão Parcial e, nela, podemos observar os maiores coeficientes de variação para

ambos os períodos. Sendo assim, os valores presentes nas amostras possuem maior variabilidade com relação à média, em comparação com as amostras associadas às outras duas coberturas.

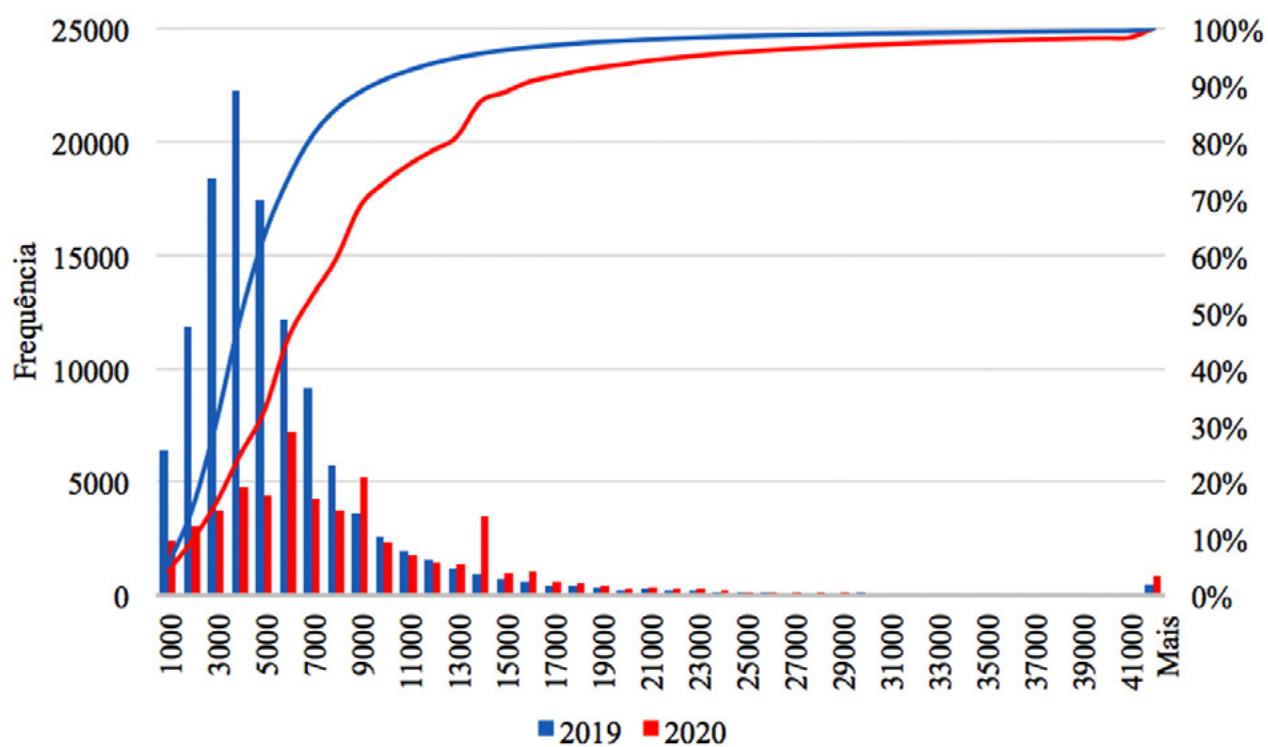
Tabela 5 – Estatísticas Descritivas – Colisão Parcial

Medidas	1º sem. 2019	1º sem. 2020
Média	R\$ 5.351,04	R\$ 8.978,03
Erro padrão	16,99	44,46
Mediana	R\$ 4.057,36	R\$ 6.595,90
Modo	R\$ 6.500,00	R\$ 5.509,00
Desvio padrão	5.896,67	10.563,18
Coeficiente de variação	1,10	1,18
Curtose	150,95	118,28
Assimetria	8,34	7,66
Intervalo	214.325,00	358.712,00
Mínimo	R\$ 1,00	R\$ 3,00
Máximo	R\$ 214.326,00	R\$ 358.715,00
Soma	R\$ 644.280.959,85	R\$ 506.863.393,00
Contagem	120.403,00	56.456

Fonte: Calculado com base no Sistema de Estatísticas da SUSEP

O histograma comparativo referente à cobertura de Colisão Parcial pode ser analisado na Figura 2.

Figura 2 - Histograma - Colisão Parcial



Fonte: Calculado com base no Sistema de Estatísticas da SUSEP

A Tabela 6 apresenta as medidas estatísticas referentes às indenizações enquadradas na cobertura de Colisão Perda Total. Por se tratar de uma cobertura com proteção à riscos mais

severos, as amostras das indenizações correspondentes apresentam os valores mais elevados com relação às medidas de média, mediana e valor mínimo.

Tabela 6 – Estatísticas Descritivas – Colisão Perda Total

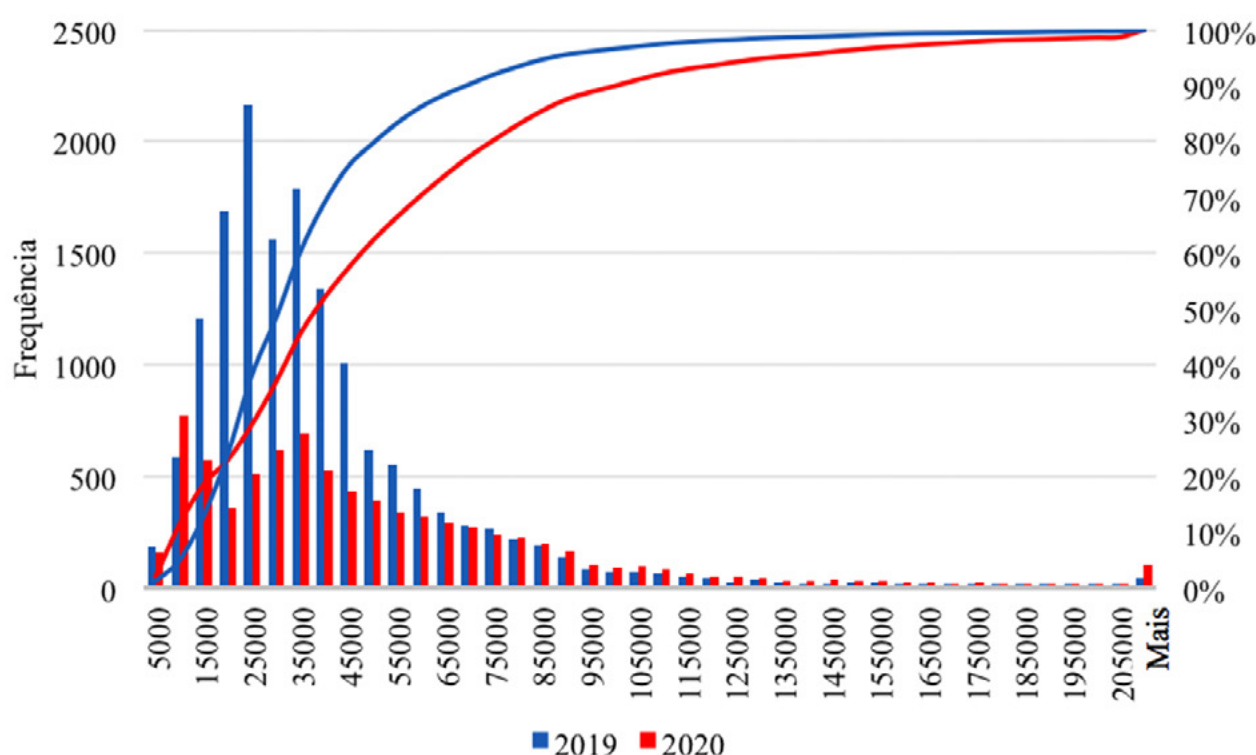
Medidas	1º sem. 2019	1º sem. 2020
Média	R\$ 37.395,23	R\$ 50.522,64
Erro padrão	240,09	511,47
Mediana	R\$ 30.808,00	R\$ 38.299,00
Modo	R\$ 125,00	R\$ 8.102,00
Desvio padrão	29.645,54	45.969,79
Coefficiente de variação	0,79	0,91
Curtose	54,75	16,92
Assimetria	4,52	3,00
Intervalo	816.948,00	583.853,00
Mínimo	R\$ 28,00	R\$ 60,00
Máximo	R\$ 816.976,00	R\$ 583.913,00
Soma	R\$ 570.165.027,00	R\$ 408.121.848,00
Contagem	15.247,00	8.078

Fonte: Calculado com base no Sistema de Estatísticas da SUSEP

A Figura 3 refere-se ao histograma comparativo entre as amostras das indenizações enquadradas em Colisão

Perda Total, correspondentes aos dois períodos analisados.

Figura 3 – Histograma – Colisão Perda Total



Fonte: Calculado com base no Sistema de Estatísticas da SUSEP

4.2. Testes de hipótese

Continuando, foram feitos testes de hipótese por meio do software Stata®, a fim de fazer inferências na população sobre o perfil da amostra. Foi realizado o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney não paramétrico de igualdade das medianas, testando se essa medida, referente às distribuições de indenização dos diferentes sexos, regiões e faixas etárias, era igual entre os dois períodos observados -

sendo essa a hipótese nula. Ainda foi realizado o teste rank-sum (teste dos postos sinalizados de Wilcoxon), com o objetivo de determinar se duas amostras independentes (as distribuições de indenização dos semestres pré e pós-pandemia) vinham de populações com a mesma distribuição - sendo essa a hipótese nula.

Começando pelos resultados dos p-valores referentes à cobertura de Roubo e Furto, expressos na Tabela

7, é notável a tendência de rejeição da hipótese nula para as amostras em ambos os testes. A região 12 (Grande Campinas) foi a única que apresentou um resultado destoante deste padrão. Pode-

se verificar, por meio da Tabela 7 que na cobertura de Roubo e Furto, a mediana entre os dois períodos é estatisticamente igual, mesmo considerando um nível de confiança de 10%.

Tabela 7 – Testes de Hipótese – Roubo e Furto

Sexo	Mediana	Rank-sum
M	0,000***	0,000***
F	0,000***	0,000***
Faixa Etária		
1	0,000***	0,000***
2	0,000***	0,000***
3	0,000***	0,000***
4	0,000***	0,000***
5	0,000***	0,000***
Região		
9	0,044**	0,007***
10	0,000***	0,004***
11	0,000***	0,000***
12	0,204	0,112
13	0,000***	0,000***

(*) Significativo ao nível de 10%|(**) Significativo ao nível de 5%|(***) Significativo ao nível de 1%

Fonte: Calculado com base no Sistema de Estatísticas da SUSEP

Por sua vez, a Tabela 8 retrata os resultados dos p-valores referentes à cobertura de Colisão Parcial. Verifica-se que, a um nível de significância de 5%,

nenhuma das medianas e distribuições são estatisticamente iguais para os diferentes sexos, faixas etárias e regiões.

Tabela 8 – Testes de Hipótese – Colisão Parcial

Sexo	Mediana	Rank-sum
M	0,000***	0,000***
F	0,000***	0,000***
Faixa Etária		
1	0,000***	0,000***
2	0,000***	0,000***
3	0,000***	0,000***
4	0,000***	0,000***
5	0,000***	0,000***
Região		
9	0,000***	0,000***
10	0,000***	0,000***
11	0,000***	0,000***
12	0,000***	0,000***
13	0,000***	0,000***

(*) Significativo ao nível de 10%|(**) Significativo ao nível de 5%|(***) Significativo ao nível de 1%

Fonte: Calculado com base no Sistema de Estatísticas da SUSEP

Por último, para a cobertura de Colisão Perda Total, os resultados apresentados pela Tabela 9 concluem pela rejeição das hipóteses nulas, a um nível de significância de 1%, com exceção para a faixa etária 2, que compreende as pessoas

entre 26 e 35 anos. Nesta, em particular, há indícios de não rejeição da hipótese nula, isto é, a mediana e a distribuição da cobertura de Colisão Perda Total não se alteraram entre o 1º semestre de 2019 e o 1º semestre de 2020.

Tabela 9 – Testes de Hipótese – Colisão Perda Total

Sexo	Mediana	Wilcoxon
M	0,000***	0,000***
F	0,000***	0,000***
Faixa Etária	Mediana	Wilcoxon
1	0,000***	0,000***
2	0,108	0,924
3	0,000***	0,000***
4	0,000***	0,000***
5	0,000***	0,000***
Região		
9	0,000***	0,000***
10	0,002***	0,026**
11	0,000***	0,000***
12	0,000***	0,000***
13	0,000***	0,000***

(*) Significativo ao nível de 10%|(**) Significativo ao nível de 5%|(***) Significativo ao nível de 1%

Fonte: Calculado com base no Sistema de Estatísticas da SUSEP

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho, como exposto anteriormente, teve o intuito de identificar, entender e, de certo modo, mensurar os impactos causados pela pandemia da COVID-19 no setor segurador de automóveis, com foco no estado de São Paulo. Para isso, foram coletados dados relacionados a este mercado referentes à região em análise e, em seguida, foram realizados testes e comparações entre os resultados para os períodos de seis meses pré e pós-pandemia, a fim de captar os impactos através das variações observadas.

De modo geral, os dados concluem pela diminuição de reclamações de seguros auto, como consequência da redução de veículos em exposição. Além disso, com a chegada da pandemia, foi observada uma maior ocorrência de indenizações extremadas, em comparação com o período pré-pandemia (primeiro semestre de 2019), podendo este fato ser constatado pelas distribuições de sinistros das coberturas analisadas no primeiro semestre de 2020 (Figuras 1, 2 e 3), sendo esse um possível fator que explique o motivo de o recálculo efetuado dos prêmios ter resultado em um ajuste positivo, conforme evidenciado por Shevchuk (2020), na Ucrânia.

Tal como avaliado anteriormente, podem ser consideradas consequências do impacto causado pela pandemia (a princípio contraditórias, se

superficialmente analisadas): a diminuição de carros em exposição nas ruas, devido às medidas restritivas implementadas, como pontuado por Scigo (2020) e Vo e Tran (2020); e o aumento nos casos de acidentes graves e fatais, observado por Klonowska e Strupczewski (2020) e Chester et al. (2020) nos Estados Unidos, corroborando com as evidências obtidas através dos resultados expostos nas Tabelas 2 e 3 a respeito do cenário paulistano.

Também, apesar da diminuição de veículos expostos observada em São Paulo, e do número total de sinistros ter apresentado drástica queda com a instauração das quarentenas (de acordo com a Tabela 1), a frequência desse valor, relacionado à quantidade total de veículos expostos, evidenciou variação positiva, vide Tabela 3.

Durante a pesquisa, foram adotadas hipóteses simplificadoras para a obtenção dos dados analisados, trazendo limitação e abrindo margem para um possível aperfeiçoamento das análises neste quesito. Por fim, uma sugestão de trabalho futuro consiste na investigação e execução de testes objetivando ajustar os dados relativos às indenizações a alguma distribuição estatística já conhecida, com o fim de prever de forma mais adequada a frequência e a severidade às quais as seguradoras estão expostas.

6. BIBLIOGRAFIA

BABUNA, Pius et al. The Impact of COVID-19 on the Insurance Industry. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, 10 ago. 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17165766>>. Acesso em: 3 jul. 2021.

CNseg. **Covid-19 impacta os seguros em abril de 2020**. Disponível em: <<https://cnseg.org.br/noticias/covid-19-impacta-os-seguros-em-abril-de-2020.html>>. Acesso em: 3 jun. 2021a.

CNseg. **Pandemia afeta desempenho do setor no semestre**. Disponível em: <<https://cnseg.org.br/noticias/pandemia-afeta-desempenho-do-setor-no-semester.html>>. Acesso em: 3 jun. 2021b.

CNseg. **Pesquisa identifica seis setores que lideram reação mundial após flexibilização da quarentena**. Disponível em: <<https://cnseg.org.br/noticias/pesquisa-identifica-seis-setores-que-lideram-reacao-mundial-apos-flexibilizacao-da-quarentena.html>>. Acesso em: 3 jun. 2021c.

CNseg. **Quarto mês consecutivo de alta do setor de seguros**. Disponível em: <<https://cnseg.org.br/noticias/quarto-mes-consecutivo-de-alta-do-setor-de-seguros.html>>. Acesso em: 3 jun. 2021d.

CNseg. **Seguros: crescimento superlativo de 12,1%, a maior taxa desde 2012**. Disponível em: <<https://cnseg.org.br/noticias/conjuntura-16-crescimento-12-por-cento-maior-taxa-2012.html>>. Acesso em: 3 jun. 2021e.

CNseg. **Setor segurador cresce 1,3% em 2020, com contribuição de 6% do segmento de Danos e Responsabilidades**. Disponível em: <<https://cnseg.org.br/noticias/setor-segurador-cresce-1-3-em-2020-com-contribuicao-de-6-do-segmento-de-danos-e-responsabilidades.html>>. Acesso em: 3 jun. 2021f.

CHESTER, Ari et al. How the coronavirus could change US personal auto insurance. **McKinsey & Company**, 22 abr. 2020. Disponível em: <<http://dln.jaipuria.ac.in:8080/jspui/bitstream/123456789/1531/1/How-the-coronavirus-could-change-us-personal-auto-insurance.pdf>>. Acesso em: 7 jun. 2022.

KIRTI, Divya; SHIN, Mu Yang. Impact of COVID-19 on Insurers. **International Monetary Fund - IMF**, 18 mai, 2020. Disponível em: <<https://www.imf.org/-/media/Files/Publications/covid19-special-notes/en-special-series-on-covid-19-impact-of-covid-19-on-insurers.ashx>>. Acesso em: 14 jun. 2022.

KLONOWSKA, Alina; STRUPCZEWSKI, Grzegorz. What Can the Covid-19 Pandemic Change in the Global Insurance Business? Identification of the Major Challenges. **Information Technologies and Mathematical Methods in Economics and Management (IT&MM-2020)**, Moscou, Rússia, 15-16 out. 2020. Disponível em: <<http://ceur-ws.org/Vol-2830/paper8.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2021.

MAKHIBORODA, Maxim et al. Changes in transport activity regulation in the context of the coronavirus pandemic. **E3S Web of Conferences**, v. 222, 22 dez. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022205006>>. Acesso em: 16 jul. 2021.

OLIVEIRA, Amanda Rodrigues da Silva et al. Análise da demanda dos transportes aéreo doméstico e rodoviário no cenário da pandemia de Covid-19 no Brasil. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 3, p. 21709-21729, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.34117/bjdv7n3-063>>. Acesso em: 18 jul. 2021.

RAMASAMY, Dr. Kannamani. Impact Analysis in Banking, Insurance and Financial Services Industry Due to COVID-19 Pandemic. **PRAMANA RESEARCH JOURNAL**, v. 10, p. 19-29, 10 ago. 2020. Disponível em: <<https://ssrn.com/abstract=3668165>>. Acesso em: 3 jul. 2021.

ROTHENGATTER, Werner et al. Pandemic waves and the time after Covid-19 – Consequences for the transport sector. **Transport Policy**, v. 110, p. 225-237, 11 jun. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.06.003>>. Acesso em: 17 jul. 2021.

SCIGO, Thamires Costa. **O IMPACTO DA PANDEMIA DO COVID-19 NO SETOR DE SEGUROS – ANÁLISE ATRAVÉS DE DIFERENTES RAMOS**. 2020. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Ciências Atuariais) - Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Política, Economia e Negócios, Osasco, 2020. Disponível em: <<https://repositorio.unifesp.br/handle/11600/61021>>. Acesso em: 18 jul. 2021.

SHEVCHUK, Oleksandra et al. Pandemic as an accelerator of digital transformation in the insurance industry: evidence from Ukraine. **Insurance Markets and Companies**, v. 11, p. 30-41, 23 dez. 2020. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.21511/ins.11\(1\).2020.04](http://dx.doi.org/10.21511/ins.11(1).2020.04)>. Acesso em: 10 jul. 2021.

VO, Thuy Dung; TRAN, Manh Dung. The Impact of Covid-19 Pandemic on the Global Trade. **International Journal of Social Science and Economics Invention**, v. 7, n. 1, 8 jan. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.23958/ijsssei/vol07-i01/261>>. Acesso em: 16 jul. 2021.

VOLOSOVYCH, Svitlana et al. Transformation of insurance technologies in the context of a pandemic. **Insurance Markets and Companies**, v. 12, p. 1-13, 19 jan. 2021. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.21511/ins.12\(1\).2021.01](http://dx.doi.org/10.21511/ins.12(1).2021.01)>. Acesso em: 5 jul. 2021.

WALKER, Patrick GT et al. The Global Impact of COVID-19 and Strategies for Mitigation and Suppression. **Imperial College London**, 26 mar. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.25561/77735>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

WANG, Yating et al. How Does COVID-19 Affect China's Insurance Market? **Emerging Markets Finance and Trade**, v. 56, n. 10, p. 2350-2362, 25 jul. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/1540496X.2020.1791074>>. Acesso em: 5 jul. 2021.



ANALYSIS OF THE IMPACTS OF COVID-19 ON AUTOMOBILE INSURANCE CLAIMS

Matheus Dalla Dea Prado

Universidade de São Paulo / University of São Paulo

Roberto Bomgiovani Cazzari

Universidade de São Paulo / University of São Paulo

RESUMO

Com a chegada da pandemia da COVID-19, o mercado segurador sofreu múltiplos impactos, e dentro desse campo, o seguro auto foi amplamente atingido. O presente trabalho teve como objetivo identificar e entender quais os impactos causados pela COVID-19 no acionamento dos seguros, considerando tanto uma dimensão de frequência quanto de severidade. Foram analisadas as regiões do estado de São Paulo, com dados segregados por sexo e faixa etária. O estudo comparou os dados do semestre pré-pandemia (primeiro semestre de 2019) com os do primeiro semestre de 2020, a fim de capturar os primeiros impactos no mercado de seguros auto, consequentes da chegada da COVID-19. As principais conclusões consistiram na diminuição de reclamações do referido seguro e no aumento da severidade dessas reclamações, resultando em um reajuste positivo nos valores de prêmio do seguro.

Palavras-chave: Seguros Auto, Pandemia, Indenização, AUTOSEG.

ABSTRACT

The COVID-19 pandemic heavily impacted the Brazilian insurance market, particularly the automobile insurance sector. This study strives to identify and understand the impacts of COVID-19 on insurance claims, considering both their frequency and severity. Regions of São Paulo State were analysed, splitting the data by age and gender. This study compares pre-pandemic data (January – June 2019) with the data for the first six months of 2020, in order to examine the initial immediate consequences of the COVID-19 pandemic on the automobile insurance market. The main conclusions consist of fewer referred insurance claims, in parallel to an increase in their severity, leading to a positive adjustment in insurance premiums.

Keywords: Automobile insurance, pandemic, indemnity, AutoSEG system.

1. INTRODUCTION

According to the history of the COVID-19 pandemic available on the Pan American Health Organisation (PAHO) website, the World Health Organisation (WHO) was alerted in late 2019 about a pneumonia outbreak caused by a new species of coronavirus, identified in human beings for the first time. By February 2020, more than five virus strains had been identified (one causing COVID-19 infections), with this disease classified as a pandemic by the WHO in March that year.

After Brazil's first case of COVID-19 was diagnosed in February 2020, the government soon deployed nationwide containment actions. These steps were consolidated in subsequent months, with operating constraints on commercial establishments and quarantine measures implemented everywhere. Breaches were classified as public health crimes, with consequences for offenders failing to isolate in order to mitigate economic impacts and buttress social protection measures, the Legislative Branch introduced emergency financial aid, transferring about USD 120 (BRL 600) a month to unregistered and low-income workers during the early months of the pandemic.

In March 2020, Imperial College London headed up a study signed by almost fifty scientists that predicted how the pandemic might affect more than 200 countries around the world, depending on their investment levels in virus containment methods. According to its authors, the stricter the preventive

measures, the fewer deaths from this disease:

‘We estimate that the absence of interventions would result in seven billion infections and forty million deaths worldwide from COVID-19 this year. Mitigation strategies focused on shielding the elderly (60% reduction in social contacts) and slowing, but not interrupting, transmission (40% reduction in social contacts for a wider population) could cut this burden in half, saving twenty million lives [...]’ (WALKER et al., 2020, p. 1).

For Brazil, it concluded that more than 1.15 million people could die from COVID-19, without isolation strategies. On the other hand, if effective investments were allocated to virus containment plans, the number of deaths would be less than 45,000 (WALKER et al., 2020).

Based on this study, it is plausible to state that deaths from COVID-19 and consequently the number of infections would drop significantly through quarantine. In parallel, this would lead to fewer cars on the road and fewer citizens on the streets, with a logically lower likelihood of accidents, thus making insurance claims less frequent during quarantine.

In addition to undeniable emergency demands in healthcare fields, the pandemic also had consequences in several other sectors, including the insurance market, which was affected in

1. “We estimate that in the absence of interventions, COVID-19 would have resulted in 7.0 billion infections and 40 million deaths globally this year. Mitigation strategies focussing on shielding the elderly (60% reduction in social contacts) and slowing but not interrupting transmission (40% reduction in social contacts for wider population) could reduce this burden by half, saving 20 million lives [...]”



ARTICLE 2

a very particular way. The pre-pandemic year (2019) saw good figures for the insurance industry worldwide. According to Brazil's National Confederation of General Insurance, Private Pension and Life Insurance, Supplementary Health and Capitalisation Companies (CNseg, 2021e), with supplementary healthcare and DPVAT road tax not included, there was a turnover of over USD 54 billion (BRL 270.2 billion) in this sector, 12.1% higher than in 2018 (up 8.1% discounting inflation).

For 2020, even greater progress was expected in the insurance sector. However, the novel coronavirus pandemic pruned its growth rate to around 1.3%, according to CNseg (2021f). When assessed by segments, it was clear that the pandemic context affected all areas. Even so, CNseg highlighted resilience as a strong characteristic of the insurance market, with a positive performance despite the global shutdown

In April 2020, with the onset of the pandemic, Brazil's insurance sector recorded a drop in revenues of more than 20% compared to March, resulting in the lowest premium collections rate since February 2016. The Damages and Liabilities segment of the automobile sector shrank by about 13.5%, also according to a CNseg publication (2021a). There is an evident association between this percentage drop and constraints on mobility established that month.

A September 2020 survey of global sectors that recovered the fastest after social distancing rules were relaxed ranked the automotive sector sixth out of the eighteen short-listed sectors that recovered the fastest. The survey data were presented at a meeting of the Market Studies Committee (CEM) of the National Confederation of Insurers – CNseg (2021c). This information buttresses the idea that quarantine was a significant variable for the shrinkage of the automotive market in general.

In his editorial published in *Conjuntura* magazine, according to a release dated August 2020, the then president of CNseg, Marcio Coriolano, disclosed that "in the first half of the year, compared to the same period in 2019, car insurance shows a drop caused by constraints on people's mobility (...)" (CNseg, 2021b), explaining the effects of quarantine.

Also according to a release published in November 2020, comparing the first nine months of 2019 with the same period of the following year, the loss ratio data show a reduction of almost 5% in the Damages and Liabilities segment (dropping from 53.1% in 2019 to 48.5% in 2020), influenced by fewer accidents and less theft in the automobile industry (CNseg, 2021d). As already mentioned, this is most likely linked to the mobility constraints imposed to curb the spread of coronavirus infections.

Moving on to a more general view, in a study on the impact of COVID-19 on insurance companies, Kirti and Shin (2020) explain the financial magnitude of this market by showing that these companies held assets topping USD 33 trillion globally at that time. The authors also state that there is a direct impact of the pandemic in the context of the general health of the population (as already mentioned) and also highlight its indirect impacts, which would occur through financial shocks.

Kirti and Shin (2020) also explain that Property and Casualty insurers (which offer protection against various types of losses), hold larger shares of equity assets than life insurers and would therefore be the most severely affected by stock market turbulence. These researchers also corroborate the idea that car insurance companies would be particularly exposed to the effects of the pandemic because of quarantine and consequently fewer traffic accidents.

In a study published in April 2020 on how the coronavirus could alter personal automobile insurance in the USA, Chester et al. (2020) comment: "Like all industry sectors, insurance has been significantly affected: since the start of the pandemic, it has lost \$760 billion in market value globally, the third-largest loss of all sectors." (CHESTER et al., 2020, p. 2).² Bearing in mind that such data only take into account the first months of the pandemic, its immediate effect on the insurance market is evident.

With respect to the USA, Chester et al. (2020) recognise the decrease in the frequency of personal automobile insurance claims as a possible effect of COVID-19. In addition, the authors discuss the decrease in the frequency and increase in the severity of such complaints (considering data from the years 2009 to 2018), a fact that can be explained by the continuous improvements in traffic safety measures and car technology.

Also, when analysing the reduction in fatalities during major recessions in the USA (considering data from 1970 onwards), Chester et al. (2020) conclude

that this correlation has been weakening over the years. As mentioned in the research, incessantly minor shrinkage in the fatality rate can be perceived with each new security measure imposed in Brazil. This fact indicates that the number of fatalities is increasingly stable and major variations will thus be less likely.

In short, an analysis of the general context of the pandemic and its mobility constraints underpins assumptions about the situation of the car insurance market. For example, it is logical to relate lighter traffic to fewer road accidents. In turn, this had a direct impact on car insurance sector figures. Such hypotheses serve as a starting point for this study, which strives to identify and understand variations in automobile insurance claims and its consequences of the COVID-19 pandemic in Brazil.

Through the indemnity amounts reported by Brazilian insurance companies to the Private Insurance Industry Regulator (SUSEP), this study analyses the impacts of the pandemic on the automotive insurance market, based on restrictive measures implemented in São Paulo State.

2. "Like all industries, insurance has been materially affected: since the onset of the pandemic, it has lost \$760 billion globally in market capitalization, the third highest among all industries."

2. THEORETICAL FRAMEWORK

2.1. The Global Insurance Market

For the purposes of argument, an interesting analysis would be to examine the effects of the pandemic and the related quarantine restrictions on the insurance market in different parts of the world. According to Ramasamy (2020), the insurance sector in India was the only segment of the banking, financial services, and insurance (BFSI) sector that was positively affected by the COVID-19 pandemic. According to his research, the pandemic context prompted more consumers to take out life insurance, among other types of coverage against COVID-19, due to fears of a possible financial crisis triggered by this disease.

Moving on to West Africa, a study of the Ghanaian context for the period between March and June 2020 showed fairly heavy financial impacts on the insurance market, with profits and premiums dropping by 16.6% and 17.01% respectively (Babuna et al., 2020). According to the authors, the vast majority of Indian companies initially lacked the experience to deal with the crisis caused by the pandemic. However, their recovery was rapid and it was expected at that time that insurance operations would return to normal early the following year, with sustained growth for the next five years.

On the other hand, an empirical survey of the effects of COVID-19 on the insurance market in China conducted by Wang et al. (2020) disclosed an abrupt short-term downturn, due to limitations on insurance

marketing channels and suppressed demands for home insurance. The study in question concluded that

[...] the development of social security and digital insurance helps alleviate the negative impact of COVID-19 on the insurance market. This is because social security helps families cope with the impact of the pandemic on their work and income, and digital insurance helps overcome the constraints of offline insurance marketing in the context of COVID-19. (WANG et al., 2020, p. 2361).³

On the other hand, according to a general study carried out by Volosovych et al. (2021), the global insurance market was thriving as it entered 2020, with premium growth in 2019 outstripping the previous four years. But with the onset of the COVID-19 pandemic, these services were impacted in many ways: the number of life and health policies rose sharply, while travel and automobile insurance shrank significantly. According to the paper in question and corroborating the research by Wang et al. (2020), a change common to all insurance companies was related to consumer interactions, as businesses shifted to remote operations worldwide throughout the quarantine period. The paper consequently concluded that the insurance market progressed significantly in terms of technology through upgrades, and with even more improvements in the pipeline in terms of pricing and personalisation, among other service areas.

Regarding the impacts of the pandemic on the Ukrainian insurance market, it is

3. "[...] the development of social security and digital insurance helps alleviate the negative impact of COVID-19 on the insurance market. This is because social security helps households cope with the impact of the pandemic on their work and income, and digital insurance helps to overcome the restrictions of offline insurance marketing against the backdrop of COVID-19."

noted that "during the quarantine period and decline in economic activity, Ukrainian insurers showed an increase in gross insurance premiums (+4.4% for general insurance and +10% for life insurance) in the first half of 2020." (SHEVCHUK, 2020, p. 33-34).⁴ In his study, Shevchuk (2020) also states that insurers already familiar with digital transformation that were technologically more advanced responded faster and more effectively to the pandemic than their more cautious competitors. In conclusion, this survey views COVID-19 as an accelerator for innovation in the insurance sector.

With regard to the changes caused by COVID-19 in the global insurance business, Klonowska and Strupczewski (2020) pointed out that an immediate consequence was the decline in sales of some lines of insurance, particularly property, vehicle, and cargo. According to this survey, which analysed the period from January to May 2020, this impact resulted from: (i) limitations or even suspension of activities by insurance companies; (ii) dropping revenues and slower GDP growth rates, and iii) surging unemployment.

More specifically on vehicle insurance, Klonowska and Strupczewski (2020) commented that some US companies recalculated insurance premium values in response to the assumed reduction in road accident risks, however, it was later discovered that this risk did not actually drop: "during COVID-19, the number of serious and fatal accidents in US cities increased, as well as speeding." (KLONOWSKA and STRUPCZEWSKI, 2020, p. 6).⁵ In the US context, it may thus

be concluded that an upsurge in serious and fatal accidents, as well as speeding, tended to offset the effects of fewer vehicles on the road.

According to Scigo (2020), in a study of the Brazilian context, the automotive insurance sector showed a 10% drop in premiums written in the first half of 2020 compared to the same period in 2019. An uptrend was also noted in the number of claims, compared to other lines. When analysing the first six months (January – June), Scigo (2020, p. 26) comments that

With lighter traffic during the pandemic and the consequent decrease in exposure, Comprehensive Automobile I (Sector 531) also posted a sharp drop in claims, down 12% in the first half of 2020, compared to the same period of the previous year.

Still, applying the Sign Test to the Comprehensive Automobile insurance sector data, even for a 10% significance level, Scigo (2020, p. 28) concludes that

[...] The median number of claims in the first half of 2020 does not differ from the median for the first half of 2019. However, for the same sector, it may be said that the median for premiums written in the first half of 2020 is lower than the median for premiums written in the first half of 2019 [...]

As these authors mentioned, the insurance sector was widely impacted by the COVID-19 pandemic, with the behaviour of premiums and claims varying by sector. Despite numerous negative impacts and an unfavourable context, a largely positive outcome that is often mentioned was the shift in the way companies began to operate as they adapted to global constraints. In this regard, significant technological development may be observed.

4. "In conditions of quarantine restrictions and a decline in economic activity, Ukrainian insurers that filed reports showed an increase in gross insurance premiums (+4.4% for general insurance and +10% for life insurance) in the first half of 2020."

5. "During Covid-19, the number of serious and fatal accidents in the US cities increased, as did the number of overspeeding."

2.2. The Transport Market and Global Road Transport

In a paper on the general context of the post-COVID-19 transport sector, Rothengatter et al. (2021) stressed transport networks and services as essential props for commercial activities. Consequently, the rapid recovery of this sector and its efficient functioning were crucial for powering through the economic crisis that swept the world. For these researchers, "long-distance land transport seems to be more related to GDP. For example, Germany saw a 5.4% drop in tonnes per kilometre (t.km) in road transport [...] between January and August 2020." (ROTHENGATTER et al., 2021, p. 229).⁶

In a study on the impacts of COVID-19 on global trade, Vo and Tran (2020) highlighted the importance of transport in relation to other services worldwide, when examining the effects on the supply chain of disruptions in this sector. According to these researchers, border closures and the enforcement of quarantines in developing countries caused a 30% drop in transport efficiency in the first quarter of 2020: "transport services, including sea, road, air, and rail, were severely affected by COVID-19." (VO and TRAN, 2020, p. 3).⁷ For road transport, they also noted that:

Road traffic dropped sharply in March and April 2020, with no signs of recovery in May 2020. The current COVID-19 pandemic has thus severely curtailed international road transport activities (...) COVID-19 quarantine policies have resulted in restrictive measures on road transport services in many countries around the world. The shutdown of this type of transport caused severe shortages that disrupted global supply chains. (VO and TRAN, 2020, p. 5).⁸

Regarding the necessary changes in transport services regulation due to the pandemic, Makhboroda et al. (2020) conclude, in a survey of the Russian context, that when carrier activities are suspended by governments through social isolation systems during pandemics and similar emergencies, a rule should be introduced to cancel liability for passenger transporters and cargo carriers operating under service agreements, in order to ensure citizen health and safety. Finally, the researchers point out that such a rule should not be applied to other organisations, particularly those operating in the agricultural sector, interstate transport, and hauling perishable goods, as these activities must be performed under any circumstances in order to avoid humanitarian disasters, keeping the living conditions of citizens intact.

Regarding traffic flows for the Brazilian road sector, Oliveira et al. (2021) highlight sharp drops in demands and revenues, due to operating constraints resulting from the pandemic. According to these authors: "Demands shrank for 85.3% of carriers and logistics companies in March 2020, compared to the usual figures for this period." (OLIVEIRA et al., 2021, p. 21721). This percent remained significant for May at 80.6%. The solution for many of these companies was to pause their activities either completely or partially, thus reducing the number of vehicles on highways even more.

6. "The land-borne long-distance freight transport appears to be more closely related to GDP. For example, Germany experienced a decline of ton-kms of 5.4% (road) (...) for the months January-August 2020."

7. "Transport services, including sea, road, air and rail, have been severely affected by COVID19."

8. "Road traffic declined sharply in March and April 2020, with no sign of recovery in May 2020. Thus, the ongoing COVID-19 pandemic has severely limited international road transport activities (...) restrictive policies for domestic transport or closed border crossings for road freight services to limit the spread of COVID-19. Disrupting road transport supply chains led to severe transport shortages that disrupt global supply chains."

3. METHODOLOGY

For this study, we used the Automobile Insurance statistical databases of the AutoSEG System, accessed through the SUSEP website. These databases are built up from files sent in every six months by Brazilian insurance companies, with data on current policies and claims during the analysis period. The preparation and dissemination of this information must comply with SUSEP requirements.

The analysis was prepared for Comprehensive Automobile coverage, with figures for January through June 2019 and 2020, thus reflecting the initial impacts of the pandemic on car insurance market figures. This information was collected and classified by category: rate, region, model, year, gender, and age bracket. Each line corresponds to a group of policies with the same characteristics, and the information is then split into five different types of coverage: theft and robbery; collision with partial loss; collision with total loss; fire; and other coverage such as 24-hour assistance, etc. For this study, coverage types most closely linked to vehicle exposure on the road were used: theft and robbery; collision with partial loss; and collision with total loss.

Initially, the data was processed through the SAS® statistical software

consolidating the databases with 6,070,471 lines of information from all over Brazil. Lines referring to policies with gender fields equal to J and O (legal and no information, respectively) and age fields equal to 0 (not stated) were disregarded, thus mitigating interference in the calculation of descriptive statistics and other conclusions.

The age bracket codes range from 1 to 5, for the following age brackets: (1) 18 – 25 years old; (2) 26 – 35 years old; (3) 36 – 45 years old; (4) 46 – 55 years old; and (5) over 55 years old. Furthermore, the only regions analysed were located in São Paulo State: 9 (Vale do Paraíba and Ribeira); 10 (North Coast and Baixada Santista); 11 (São Paulo Metropolitan Region); 12 (Greater Campinas); and 13 (Ribeirão Preto and Other Campinas Municipalities).

As each line of the table states the total indemnities registered for each group of policies with the same characteristics, rather than the amounts for each claim, a simplification hypothesis was adopted, whereby the mean value of each indemnity amount encompassing multiple claims would be replicated in the database by the number of reported occurrences. Consequently, each line represents the value of a payout for a single claim.

4. ANALYSIS AND FINDINGS

4.1. Quantitative and Descriptive Statistics

In order to provide a more accurate and better-grounded overview of the Brazilian automobile insurance context, Table 1 shows

a breakdown of the number of claims and indemnities for the above-mentioned coverage types.

Table 1-Quantitative

Coverage	Number of Claims		Total Indemnities (BRL)	
	Jan-Jun 2019	Jan-Jun 2020	Jan-Jun 2019	Jan-Jun 2020
Robbery and Theft	20,479	13,926	652,658,507.00	497,837,970.00
Collision with partial loss	120,403	56,456	644,280,959,85	506,863,393.00
Collision with Total Loss	15,247	8,078	570,165,027.00	408,121,848.00

Source: Calculation based on the SUSEP Statistics System

This shows that the variation in the number of claims in these two periods does not proportionally follow the variation in the total sum of indemnities for any of the three coverage types, indicating a significant hike in the mean

indemnity value. To make this perception clearer, the Mean Indemnity for Claims was calculated by dividing the total amount of indemnities for each coverage type by the number of claims filed in each period, as shown in Table 2.

Table 2 - Mean Indemnity x Claim

Coverage	Mean Indemnity (BRL)		
	Jan-Jun 2019	Variation	Jan-Jun 2020
Robbery and Theft	31,869.65	12.17%	35,748.81
Collision with partial loss	5,351.04	67,78%	8,978.03
Collision with Total Loss	37,395.23	35.10%	50,522.64

Source: Calculation based on the SUSEP Statistics System

Looking mainly at coverage for collision with partial loss and collision with total loss, the positive variations reflect the same context as observed by Klonowska and Strupczewski (2020) in the USA. This growth may be a strong indication of an upsurge in serious and fatal accidents in São Paulo State, offset by fewer vehicles on the road.

To obtain the Relative Frequency of Claims for each coverage type, the

number of claims in the period was divided by the number of insured vehicles (number of exposures) for the six months under examination. a positive variation appears when analysing the frequencies in Table 3. However, this does not mean that there were more claims, but rather that the proportion of damaged vehicles in São Paulo State rose during the first six months of 2020, compared to the number of insured vehicles.

Table 3 – Relative Frequency of Claims

Coverage	Claim Frequency		
	Jan–Jun 2019	Variation	Jan–Jun 2020
Robbery and Theft	3.43%	2.63%	6.06%
Collision with partial loss	7.61%	2.25%	9.86%
Collision with Total Loss	2.69%	2.01%	4.70%

Source: Calculation based on the SUSEP Statistics System

More specifically, in order to visualise the effect of the pandemic more accurately, descriptive statistics were calculated for the amount of indemnities paid out by policy for the two periods under analysis. Tables 4, 5 and 6 present the figures broken out by coverage type, followed by a brief comment on the differences observed.

Starting with the findings for Robbery

and Theft coverage (Table 4), a positive asymmetry is observed in both half-years, indicating asymmetric distributions on the right, i.e., with a higher concentration of lower values, taking into account the entire sample interval. Kurtosis greater than 0 indicates a leptokurtic distribution, i.e., more concentrated than a normal distribution and with heavier tails, with extreme values obtained with relative ease (especially for the first half of 2019).

Table 4 – Descriptive Statistics – Robbery and Theft

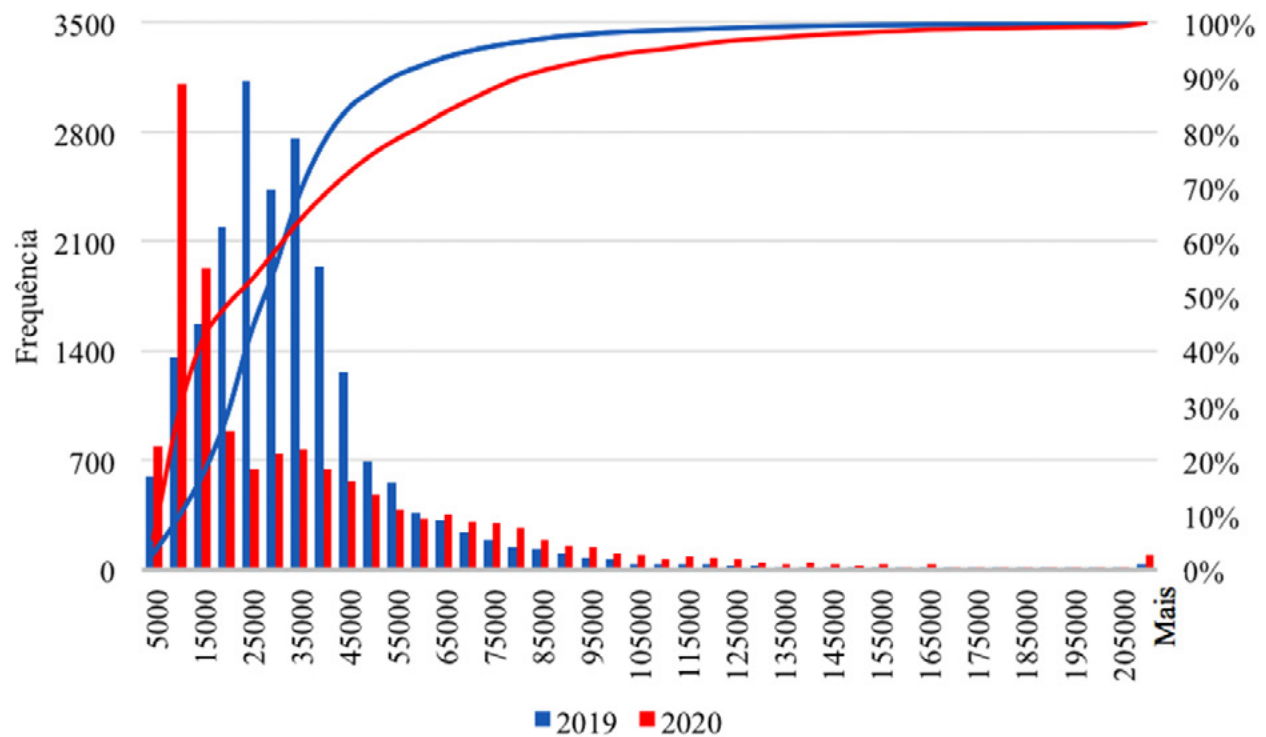
Measures	Jan–Jun 2019	Jan–Jun 2020
Mean	BRL 31,869.65	BRL 35,748.81
Standard Error	164.99	338.43
Median	BRL 27,867.00	BRL 21,820.00
Mode	BRL 11,084.22	BRL 7,070.42
Standard deviation	23,610.35	39,937.57
Variation coefficient	0.74	1.12
Kurtosis	56.02	21.77
Asymmetry	4.30	3.30
Interval	729,694.00	701,618.00
Minimum	BRL 18.00	BRL 7.00
Maximum	BRL 729,712.00	BRL 701,625.00
Sum	BRL 652,658,507.00	BRL 497,837,970.00
Count	20,479.00	13,926

Source: Calculation based on the SUSEP Statistics System

Figure 1 shows the histogram (red and blue bars indicating the number of claims registered within each interval for the indemnity amounts in Brazilian

Reais), as well as the accumulated indemnity distribution (red and blue lines) for Robbery and Theft coverage.

Figure 1 - Histogram - Robbery and Theft



Source: Calculation based on the SUSEP Statistics System

Table 5 shows statistical outcomes for collision with partial loss indemnity samples, with the highest variation coefficients for both periods. Thus,

the values present in the samples have greater variability in relation to the mean, compared to the samples associated with the other two coverings.

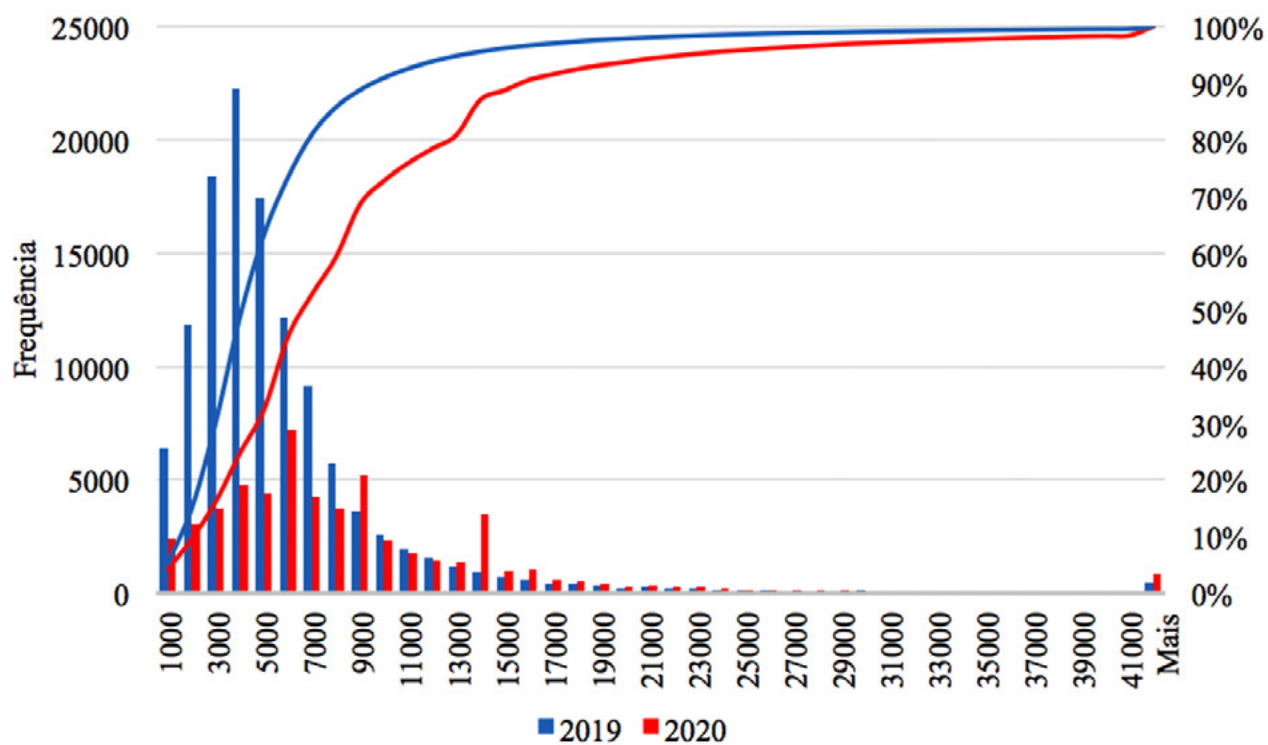
Table 5 – Descriptive Statistics – Collision with partial loss

Measures	Jan–Jun 2019	Jan–Jun 2020
Mean	BRL 5,351.04	BRL 8,978.03
Standard Error	16.99	44.46
Median	BRL 4,057.36	BRL 6,595.90
Mode	BRL 6,500.00	BRL 5,509.00
Standard deviation	5,896.67	10,563.18
Variation coefficient	1.10	1.18
Kurtosis	150.95	118.28
Asymmetry	8.34	7.66
Interval	214,325.00	358,712.00
Minimum	BRL 1.00	BRL 3.00
Maximum	BRL 214,326.00	BRL 358,715.00
Sum	BRL 644,280,959.85	BRL 506,863,393.00
Count	120,403.00	56,456

Source: Calculation based on the SUSEP Statistics System

The comparative histogram for collision with partial loss coverage is presented in Figure 2.

Figure 2 - Histogram - Collision with partial loss



Source: Calculation based on the SUSEP Statistics System

Table 6 presents statistical outcomes for indemnities included in the collision with total loss coverage. As it offers protection against more severe risks,

the samples of the corresponding indemnities present the highest mean, median and minimum values.

Table 6 – Descriptive Statistics – Collision with total loss

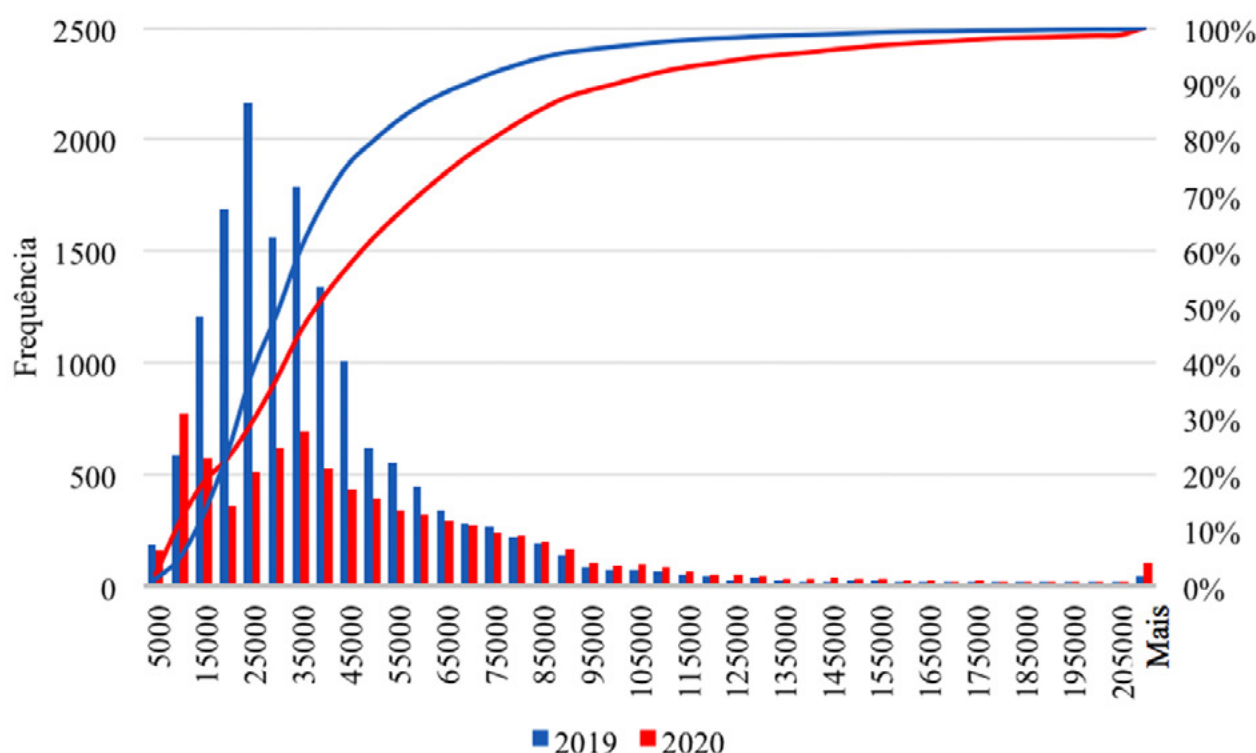
Measures	Jan–Jun 2019	Jan–Jun 2020
Mean	BRL 37,395.23	BRL 50,522.64
Standard Error	240.09	511.47
Median	BRL 30,808.00	BRL 38.299,00
Mode	BRL 125.00	BRL 8,102.00
Standard deviation	29,645.54	45,969.79
Variation coefficient	0.79	0.91
Kurtosis	54.75	16.92
Asymmetry	4.52	3.00
Interval	816,948.00	583,853.00
Minimum	BRL 28.00	BRL 60.00
Maximum	BRL 816,976.00	BRL 583,913.00
Sum	BRL 570,165,027.00	BRL 408,121,848.00
Count	15,247.00	8,078

Source: Calculation based on the SUSEP Statistics System

Figure 3 refers to the comparative histogram for collision with total loss

indemnity samples for the two periods analysed.

Figure 3 - Histogram - Collision with total loss



Source: Calculation based on the SUSEP Statistics System

4.2. Hypothesis Testing

Hypothesis tests were then conducted with the Stata® software, in order to draw inferences on the sample profile in the population. The non-parametric Mann-Whitney-Wilcoxon median equality test was performed, to discover whether the compensation distribution measurements for different genders, regions and age brackets were the same for the two periods under analysis, with this being the null hypothesis. The

rank-sum test (Wilcoxon signed-rank test) was also performed, in order to determine whether two independent samples (the indemnity distributions for the pre- and post-pandemic half-years) came from populations with the same distribution, with this being the null hypothesis.

Starting with the findings for the p-values for of Robbery and Theft coverage presented in Table 7, the trend towards rejecting the null hypothesis for

the samples in both tests is remarkable. Region 12 (Greater Campinas) was the only area with an outcome differing from this pattern. Table 7 shows that the

median for Robbery and Theft coverage for these two periods is statistically equal, even with a 10% confidence level.

Table 7 – Hypothesis Tests – Robbery and Theft

Gender	Median	Rank-sum
M	0.000***	0.000***
F	0.000***	0.000***
Age bracket		
1	0.000***	0.000***
2	0.000***	0.000***
3	0.000***	0.000***
4	0.000***	0.000***
5	0.000***	0.000***
Region		
9	0.044**	0.007***
10	0.000***	0.004***
11	0.000***	0.000***
12	0.204	0.112
13	0.000***	0.000***

(*) Significant at the 10% level | (**) Significant at the 5% level | (***) Significant at the 1% level

Source: Calculation based on the SUSEP Statistics System

Table 8 shows the results of the p-values for collision with partial loss coverage.

At a 5% significance level of no medians

and distributions are statistically equal for different genders, age brackets and regions.

Table 8 – Hypothesis Tests – Collision with Partial Loss

Gender	Median	Rank-sum
M	0.000***	0.000***
F	0.000***	0.000***
Age bracket		
1	0.000***	0.000***
2	0.000***	0.000***
3	0.000***	0.000***
4	0.000***	0.000***
5	0.000***	0.000***
Region		
9	0.000***	0.000***
10	0.000***	0.000***
11	0.000***	0.000***
12	0.000***	0.000***
13	0.000***	0.000***

(*) Significant at the 10% level | (**) Significant at the 5% level | (***) Significant at the 1% level

Source: Calculation based on the SUSEP Statistics System

Finally, for collision with total loss coverage, the outcomes presented in Table 9 indicate that the null hypotheses are rejected, at a 1% significance level, with the exception of Age Bracket 2 (26 – 35 years old). In this particular case,

there are indications of non-rejection of the null hypothesis, i.e., the median and distribution for collision with total loss coverage did not change between January-June 2019 and January-June 2020.

Table 9 – Hypothesis Tests – Collision with Total Loss

Gender	Median	Wilcoxon
M	0.000***	0.000***
F	0.000***	0.000***
Age bracket	Median	Wilcoxon
1	0.000***	0.000***
2	0.108	0.924
3	0.000***	0.000***
4	0.000***	0.000***
5	0.000***	0.000***
Region		
9	0.000***	0.000***
10	0.002***	0.026**
11	0.000***	0.000***
12	0.000***	0.000***
13	0.000***	0.000***

(*) Significant at the 10% level | (**) Significant at the 5% level | (***) Significant at the 1% level

Source: Calculation based on the SUSEP Statistics System

5. CLOSING REMARKS

As previously explained, this paper strives to identify, understand and measure (in some way) the impacts of the COVID-19 pandemic on the automobile insurance sector, particularly in São Paulo State. To this end, data were collected on this market for the region under analysis, and tests and comparisons were then performed on the outcomes for two six-month periods (one pre- and one post-pandemic), in order to reflect its impacts through observed variations.

In general, the data lead to the conclusion that automobile insurance claims decreased as a consequence of lighter traffic. Moreover, with the onset of the pandemic, more extreme indemnities were noted than during the pre-pandemic period (first half of 2019). This fact may be verified by the claims distribution of the coverage types analysed during the first half of 2020 (Figures 1, 2 and 3). This is a possible factor explaining why premium recalculations resulted in a positive adjustment, as shown by Shevchuk (2020) in Ukraine.

As previously explained, the following aspects may be considered consequences of the impacts of the

pandemic (at first contradictory, if analysed only superficially): fewer cars on the road due to restrictive quarantine rules, as noted by Scigo (2020), and Vo and Tran (2020); and an uptrend in serious and fatal accidents, mentioned by Klonowska and Strupczewski (2020), and Chester et al. (2020) in the USA. This corroborates the evidence obtained through the findings presented in Tables 2 and 3 for São Paulo State.

Furthermore, despite lighter traffic in São Paulo, and a sharp drop in the total number of claims during quarantine (as shown in Table 1), the frequency of this value showed a positive variation compared to the total number of vehicles on the road, as presented in Table 3.

During this survey, simplification hypotheses were used to obtain the data analysed, introducing limitations and paving the way for possible improvements in the analyses. Finally, a suggestion for future research is investigation and running tests to adjust data on indemnities to statistical distributions that are already known, in order to offer more accurate predictions of the frequency and severity of the events to which insurers are exposed.

6. BIBLIOGRAPHY

BABUNA, Pius et al. The Impact of COVID-19 on the Insurance Industry. International Journal of Environmental Research and Public Health, 10 ago. 2020. Available at: <<http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17165766>>. Accessed on: July 3, 2021.

CNseg. Covid-19 impacta os seguros em abril de 2020. Available at: <<https://cnseg.org.br/noticias/covid-19-impacta-os-seguros-em-abril-de-2020.html>>. Accessed on: June 3, 2021a.

CNseg. Pandemia afeta desempenho do setor no semestre. Available at: <<https://cnseg.org.br/noticias/pandemia-afeta-desempenho-do-setor-no-semester.html>>. Accessed on: June 3, 2021b.

CNseg. Pesquisa identifica seis setores que lideram reação mundial após flexibilização da quarentena. Available at: <<https://cnseg.org.br/noticias/pesquisa-identifica-seis-setores-que-lideram-reacao-mundial-apos-flexibilizacao-da-quarentena.html>>. Accessed on: June 3, 2021c.

CNseg. Quarto mês consecutivo de alta do setor de seguros. Available at: <<https://cnseg.org.br/noticias/quarto-mes-consecutivo-de-alta-do-setor-de-seguros.html>>. Accessed on: June 3, 2021d.

CNseg. Seguros: crescimento superlativo de 12,1%, a maior taxa desde 2012. Available at: <<https://cnseg.org.br/noticias/conjuntura-16-crescimento-12-por-cento-maior-taxa-2012.html>>. Accessed on: June 3, 2021e.

CNseg. Setor segurador cresce 1,3% em 2020, com contribuição de 6% do segmento de Danos e Responsabilidades. Available at: <<https://cnseg.org.br/noticias/setor-segurador-cresce-1-3-em-2020-com-contribuicao-de-6-do-segmento-de-danos-e-responsabilidades.html>>. Accessed on: June 3, 2021f.

CHESTER, Ari et al. How the coronavirus could change US personal automobile insurance. McKinsey & Company, 22 abr. 2020. Available at: <<http://dln.jaipuria.ac.in:8080/jspui/bitstream/123456789/1531/1/How-the-coronavirus-could-change-us-personal-auto-insurance.pdf>>. Accessed on: June 7, 2022.

KIRTI, Divya; SHIN, Mu Yang. Impact of COVID-19 on Insurers. International Monetary Fund - IMF, May 18, 2020. Available at: <<https://www.imf.org/-/media/Files/Publications/covid19-special-notes/en-special-series-on-covid-19-impact-of-covid-19-on-insurers.ashx>>. Accessed on: June 14, 2022.

KLONOWSKA, Alina; STRUPCZEWSKI, Grzegorz. What Can the Covid-19 Pandemic Change in the Global Insurance Business? Identification of the Major Challenges. Information Technologies and Mathematical Methods in Economics and Management (IT&MM-2020), Moscow, Russia, October 15-16, 2020. Available at: <<http://ceur-ws.org/Vol-2830/paper8.pdf>>. Accessed on: July 17, 2021.

MAKHIBORODA, Maxim et al. Changes in transport activity regulation in the context of the coronavirus pandemic. E3S Web of Conferences, v. 222, December 22, 2020. Available at: <<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022205006>>. Accessed on: July 16, 2021.

OLIVEIRA, Amanda Rodrigues da Silva et al. Análise da demanda dos transportes aéreo doméstico e rodoviário no cenário da pandemia de Covid-19 no Brasil. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 7, n. 3, p. 21709-21729, 2021. Available at: <<https://doi.org/10.34117/bjdv7n3-063>>. Accessed on: July 18, 2021.

RAMASAMY, Dr. Kannamani. Impact Analysis in Banking, Insurance and Financial Services Industry Due to COVID-19 Pandemic. PRAMANA RESEARCH JOURNAL, v. 10, p. 19-29, August 10, 2020. Available at: <<https://ssrn.com/abstract=3668165>>. Accessed on: July 3, 2021.

ROTHENGATTER, Werner et al. Pandemic waves and the time after Covid-19 – Consequences for the transport sector. TransportPolicy, v. 110, p. 225-237, June 11, 2021. Available at: <<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.06.003>>. Accessed on: July 17, 2021.

SCIGO, Thamires Costa. O IMPACTO DA PANDEMIA DO COVID-19 NO SETOR DE SEGUROS – ANÁLISE ATRAVÉS DE DIFERENTES RAMOS. 2020. Final coursework project (BSc in Actuarial Sciences) - Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Política, Economia e Negócios, Osasco, 2020. Available at: <<https://repositorio.unifesp.br/handle/11600/61021>>. Accessed on: July 18, 2021.

SHEVCHUK, Oleksandra et al. Pandemic as an accelerator of digital transformation in the insurance industry: evidence from Ukraine. Insurance Markets and Companies, v. 11, p. 30-41, December 23, 2020. Available at: <[http://dx.doi.org/10.21511/ins.11\(1\).2020.04](http://dx.doi.org/10.21511/ins.11(1).2020.04)>. Accessed on: July 10, 2021.

VO, Thuy Dung; TRAN, Manh Dung. The Impact of Covid-19 Pandemic on the Global Trade. *International Journal of Social Science and Economics Invention*, v. 7, n. 1, January 8, 2021. Available at: <<https://doi.org/10.23958/ijsssei/vol07-i01/261>>. Accessed on: July 16, 2021.

VOLOSOVYCH, Svitlana et al. Transformation of insurance technologies in the context of a pandemic. *Insurance Markets and Companies*, v. 12, p. 1-13, January 19, 2021. Available at: <[http://dx.doi.org/10.21511/ins.12\(1\).2021.01](http://dx.doi.org/10.21511/ins.12(1).2021.01)>. Accessed on: July 5, 2021.

WALKER, Patrick GT et al. The Global Impact of COVID-19 and Strategies for Mitigation and Suppression. Imperial College London, March 26, 2020. Available at: <<https://doi.org/10.25561/77735>>. Accessed on: June 10, 2021.

WANG, Yating et al. How Does COVID-19 Affect China's Insurance Market? *Emerging Markets Finance and Trade*, v. 56, n. 10, p. 2350-2362, July 25, 2020. Available at: <<https://doi.org/10.1080/1540496X.2020.1791074>>. Accessed on: July 5, 2021.

IMPACTOS DA POLÍTICA DE MUDANÇA DE PREÇOS DA PETROBRAS NA ECONOMIA BRASILEIRA:

Uma análise do Preço de Paridade da Importação (PPI) e suas implicações.

Danilo Fontenel Wimmer

Gláucia Fernandes Vasconcelos
UFRJ/COPPEAD

RESUMO

Este estudo analisa os impactos na inflação brasileira da política de preços da Petrobras adotada em 2017, mais especificamente a transição para a política do Preço de Paridade da Importação (PPI) em resposta a mudanças abruptas nos preços do petróleo bruto West Texas Intermediate (WTI). Usando o Modelo de Autoregressão Vetorial (VAR), observamos que a política de preços da Petrobras e o PPI exerciam um papel significativo na transferência das flutuações de preço do petróleo para a inflação. Antes do PPI, as intervenções do governo se esforçavam em refrear a inflação, com impactos positivos na inflação após a sua adoção. As constatações ressaltam a relevância de se reavaliar a política de preços da Petrobras em 2023 visando salvaguardar os interesses da empresa e reforçar a estabilidade econômica da nação. Este estudo contribui para discussões sobre as políticas de combustível no Brasil e o quanto elas afetam de modo significativo o setor de transporte.

Palavras-chave: Inflação, choques de oferta, preços das commodities, política de preços da Petrobras, setor de transporte.

ABSTRACT

This study examines the impacts on Brazilian inflation of the Petrobras price policy adopted in 2017, more specifically the transition to the Import Parity Price (IPP) policy in response to abrupt changes in West Texas Intermediate (WTI) crude oil prices. Using the Vector Autoregression Model (VAR), it is observed that the Petrobras price policy and the IPP, played significant roles in transferring oil price fluctuations to inflation. Prior to the IPP, government interventions strove to curb inflation, with positive impacts on inflation after its adoption. The findings highlight the relevance of reevaluating the Petrobras price policy in 2023 in order to safeguard the company's interests and underpin the nation's economic stability. This study contributes to discussions on fuel policies in Brazil and how significantly they affect the transport sector.

Keywords: Inflation, supply shocks, commodity prices, Petrobras price policy, transport sector.

1. INTRODUÇÃO

Este artigo investiga as recentes variações nos preços da Petrobras resultantes de sua mudança para o Preço de Paridade da Importação (PPI) em 2017. As flutuações nos preços da Petrobras tinham sido constantemente criticadas nos últimos anos, fazendo com que a empresa repensasse e alterasse a sua abordagem em 2023.

Para compreender o contexto da política de preços da Petrobras, é essencial acompanhar sua progressão ao longo dos anos. Sua política de preços era historicamente caracterizada pela intervenção estatal e o estabelecimento de preços controlados pelo governo. Embora esta abordagem pretendesse refrear a inflação, em geral ela levava a distorções no mercado e perdas significativas para a Petrobras, que vendia os combustíveis a preços abaixo dos custos de produção e do mercado internacional, como comprovado por Almeida (2015).

Esta abordagem mudou em 2017, quando a Petrobras introduziu a Política do Preço de Paridade da Importação (PPI). O PPI vinculava os preços do combustível no mercado brasileiro aos preços internacionais dos produtos de petróleo, inclusive o petróleo bruto WTI e as flutuações da moeda. De acordo com Dos Santos (2021), esta política de preços se baseava inteiramente na paridade internacional/importação, reajustada pelas variações da taxa de câmbio USD/BRL e pela volatilidade internacional dos preços do petróleo bruto. Isso sinalizava

um desvio significativo da intervenção estadual, tentando alinhar os preços nacionais com as flutuações do mercado de petróleo global.

Os impactos do PPI na economia brasileira têm sido um tópico de discussão constante desde o seu início. De acordo com Ferreira (2019), o setor de transporte rodoviário de carga estava pressionando o governo federal para que introduzisse controles nos preços do diesel. Esse resultado está diretamente ligado à nova política de preços estabelecida pela Petrobras em 2017. Seus efeitos se intensificaram após a pandemia e a invasão da Ucrânia, devido aos graves impactos dos preços do combustível nas cadeias de produção do Brasil.

Existe uma discussão recente sobre a mudança da política de preços atual, em particular porque a política de preços da Petrobras deveria levar em conta vários fatores. Isso inclui flutuações da taxa de câmbio e do mercado internacional de petróleo, oscilações do mercado (como a desaceleração econômica causada pela pandemia da COVID-19) e questões geopolíticas como a invasão da Ucrânia. Além disso, deveria se considerar a capacidade de serviço do mercado brasileiro e os efeitos potenciais sobre a sua economia, especificamente em termos da inflação.

Este estudo pretende fornecer informações substanciais que podem enriquecer os diálogos explorando as opções da política de preços do

combustível e as atualizações no contexto brasileiro. Além disso, ele se empenha em contribuir de forma significativa ao saber acadêmico e à esfera pública através de uma análise minuciosa da política de preços da Petrobras. Ele pretende oferecer insights valiosos nas suas implicações para a economia brasileira e sua taxa de inflação, com o objetivo de mapear o caminho que a Petrobras pretende adotar em sua nova política de preços em 2023, com base nas lições aprendidas do PPI e seus efeitos econômicos.

Paralelo a isso, este artigo também se empenha em fornecer uma perspectiva inovadora sobre como o preço do petróleo bruto WTI por barril impactou a inflação brasileira, antes e depois da adoção do PPI pela Petrobras. Com base nisso, foi criado um modelo VAR com pelo menos treze outras variáveis, bem como o

Índice de Preço ao Consumidor Ampliado (IPCA) e o WTI, que podem causar impacto na inflação brasileira.

Em consequência disso, foram gerados choques de oferta, com evidentes efeitos de amortecimento na inflação devido a variações no preço do petróleo bruto por barril antes da sua adoção. Após a adoção do PPI, o efeito oposto ficou visível, com um impacto positivo de 0,10% na inflação, mantendo seu efeito durante pelo menos doze meses.

Após esta introdução, a Seção 2 apresenta a revisão da literatura. A Seção 3 descreve a metodologia do Modelo de Autoregressão Vetorial usado neste trabalho. A Seção 4 resume as constatações deste estudo. A conclusão é apresentada na Seção 5.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Política de preços da Petrobras

A política de preços do combustível fóssil no Brasil e as incertezas decorrentes produziram discussões entre muitas partes envolvidas políticas e privadas. No início dos anos 2010, uma política de preços do combustível fóssil destacada dos preços internacionais foi implantada para refrear a inflação. Em consequência, os preços do combustível permaneceram relativamente baixos em comparação com os padrões internacionais. O controle do preço da gasolina estava associado a este novo paradigma, que defendia a maior intervenção do governo na economia a partir de 2004 através de políticas específicas do setor. Nesse contexto, a Petrobras foi convocada para refrear as crescentes taxas de inflação de 2011 até 2014, durante a primeira administração de Dilma Rousseff. A implantação da

Petrobras como uma ferramenta de política foi ampliada pelo fato de que a gigante do petróleo estatal detinha um monopólio virtual no refino e na distribuição de combustíveis fósseis no Brasil (Ferreira, 2019).

Esses impactos econômicos negativos debilitaram sua capacidade de investimento, diminuindo o apelo dos investimentos privados no segmento downstream do setor petrolífero brasileiro. Houve, então, uma evidente necessidade de elaborar uma nova política de preços do petróleo e avaliar as lições aprendidas das experiências internacionais para a situação brasileira, em termos da política de preços do produto de petróleo (Almeida, 2015).

Em 2017, a Petrobras anunciou a implantação de uma nova política de

preços baseada no Preço de Paridade da Importação (PPI). Esta abordagem divergia principalmente devido a ajustes mais frequentes, respondendo a flutuações nas taxas de câmbio e nos preços internacionais do petróleo.

Entre aqueles a favor do PPI, os argumentos giravam entre uma concorrência nacional mais acirrada e a atração de investimentos. Também foi ressaltado que esta política garantia a segurança do abastecimento, uma vez que 30% do consumo do Brasil dependia das importações de produtos de petróleo. Em um comunicado, o diretor de refino e gás natural da Petrobras, Jorge Celestino, declarou que a empresa estava perdendo a participação no mercado devido aos crescentes fluxos de entrada dos produtores de petróleo pelos importadores (Furno, 2022).

A despeito de ser autossuficiente na produção de petróleo, essa gigante estatal do petróleo começou a usar o PPI como uma referência de abastecimento do mercado nacional, o que significava que a volatilidade dos preços do petróleo globais causaria um impacto direto nos preços nacionais. A Petrobras começou a funcionar, considerando todos os produtos de petróleo consumidos no mercado nacional como se fossem importados, o que resultou nos preços locais sendo diretamente influenciados pelas cotações internacionais e pelos custos de internalização, sujeitos às taxas de câmbio.

A partir de 2023, a empresa anunciou que sua política de preços continuaria a estar ancorada no Preço de Paridade da Importação (PPI). Contudo, o modelo seria internamente revisado pela empresa, que buscava ajustes menos frequentes às variações da taxa de câmbio e dos preços internacionais do petróleo. Esta nova estratégia possivelmente atrairá uma tentativa de equilibrar a vantagem competitiva no mercado nacional com a

necessidade de acompanhar as flutuações globais do preço, assim garantindo a sustentabilidade operacional da empresa em um contexto internacional dinâmico e desafiador.

Embora tenha sido dada muita atenção aos impactos econômicos diretos da transição para a política do PPI, também ocorreu um notável efeito cascada no setor de transporte. Esta mudança nos preços do combustível levou a alterações logísticas significativas, influenciando os custos do transporte e a eficiência operacional.

De acordo com Ferreira (2019), o contexto da política de combustível aumentou aos poucos os custos de despacho, gerando instabilidade nesse setor, uma vez que os preços do diesel são um componente importante nos custos variáveis do transporte rodoviário no Brasil. O governo brasileiro estabeleceu uma política de preços mínimos do frete, em resposta às demandas de motoristas de caminhão em greve em maio de 2018. Esta greve foi provocada pelos sucessivos aumentos no preço do diesel, em paralelo às flutuações no mercado internacional. Além de estimular os custos, os aumentos quase diários dos preços causaram instabilidade, tornando a tomada de decisão bem mais desafiadora.

2.2 Análise do modelo econômico

A importância do relacionamento entre a política de preços da Petrobras e a inflação no Brasil é vital para os efeitos dessas políticas na economia da nação. Estudos prévios usaram modelos econométricos, como o Modelo de Autoagressão Vetorial (VAR) e o Modelo Vetorial de Correção de Erros (VECM), para explorar essas dinâmicas.

De acordo com Christopher Sims (1980), o modelo VAR, uma extensão do Modelo de Autoagressão (AR), permite que sejam modeladas em conjunto inúmeras

variáveis, fornecendo flexibilidade para a análise de uma série de variáveis simultaneamente, oferecendo sensibilidades e inferências na dinâmica que possam surgir em uma economia. Além disso, como mencionado pelo Banco Central do Brasil (BACEN) (2010), este modelo é principalmente utilizado por esta instituição para prever e calcular os impactos sobre a inflação.

O estudo de Carrara (2020) concentrou-se na análise de como os choques de oferta impulsionados pelos preços das commodities afetaram a inflação no Brasil. Ele também investigou a eficácia da política monetária da nação em resposta a esses impactos. Usando o Método de Autoregressão Vetorial com Correção de Erros (VEC), Carrara constatou que a inflação no Brasil tinha um componente de indexação significativo, mas que também era influenciada por expectativas do seu mercado, assim como pelo comportamento dos preços da oferta, que exerce alguma influência nas expectativas da inflação.

Outro estudo pertinente conduzido por Stockl (2017) buscou analisar os efeitos dos choques nas commodities, medidos pelo Índice do Commodity Research Bureau (CRB) e pelo Índice Brasileiro de Commodities (IC-Br), sobre a dinâmica da inflação no Brasil desde janeiro de 2005 até dezembro de 2013. Usando os Modelos de Autoregressão Vetorial (VAR), as constatações desse estudo sugeriram que os aumentos líquidos nos preços de commodity causam impactos

positivos na inflação.

Um estudo mais recente conduzido por Nazareno (2023) tentou medir e analisar como os choques nos preços internacionais do petróleo, taxas de juros e taxas de câmbio influenciaram a inflação brasileira de 2002 até 2021. Usando uma abordagem econométrica com um Modelo de Correção de Erros (VEC), esse estudo identificou que todas as variáveis apresentavam uma transmissão assimétrica para a inflação brasileira, indicando que os aumentos nos preços do petróleo e nas taxas de câmbio eram transmitidos com maior intensidade.

Usando diferentes modelos e abordagens, esses estudos econométricos forneciam insights valiosos dos relacionamentos entre os preços de commodity (especialmente o petróleo) e a dinâmica da inflação no Brasil, destacando a complexidade das interações entre essas variáveis e seus impactos na economia nacional.

Esta revisão da literatura ressalta o relacionamento entre a política de preços da Petrobras e a inflação no Brasil, dando ênfase à importância de novas análises para um entendimento melhor dessa dinâmica. Há lacunas que devem ser preenchidas, em especial através de estudos que investigam os impactos mais recentes (após 2023) dessas políticas na economia brasileira e as ramificações das mudanças anunciadas pela Petrobras para sua política de preços.

3. METODOLOGIA E DADOS

A metodologia usada neste trabalho está organizada em quatro seções. A primeira seção descreve o Modelo de Autoregressão Vetorial (VAR), que foi usado nesse estudo para avaliar o impulso e o efeito da resposta. A segunda seção descreve o conjunto de dados usado para representar as variáveis do modelo. A terceira seção descreve o teste de raiz unitária realizado em todas as variáveis do modelo para avaliar a estacionaridade das séries. A quarta seção detalha os testes conduzidos para a determinação do número de lags para cada modelo VAR.

3.1 O modelo

Para investigar os impactos da política de Preço de Paridade da Importação (PPI) na inflação brasileira, foi usado o Modelo de Autoregressão Vetorial (VAR). A escolha desse modelo se baseia em sua capacidade de capturar relacionamentos interdependentes entre as variáveis, especialmente eficaz na avaliação do impacto dos choques estocásticos em um sistema econômico.

O VAR foi inicialmente proposto por Christopher Sims (1980) como uma extensão do Modelo de Autoagressão (AR), permitindo a modelização conjunta de múltiplas variáveis. A flexibilidade do VAR permite a análise simultânea de uma série de variáveis, fornecendo sensibilidades e influências na dinâmica que pode emergir em uma economia. De acordo com Carrara (2020), esse modelo lida com movimentos contemporâneos das variáveis, assim permitindo a

identificação dos parâmetros do modelo e dos choques estruturais.

Uma análise quantitativa foi conduzida para correlacionar os impactos do repasse do preço do petróleo bruto por barril West Texas Intermediate (WTI) para o Índice Nacional de Preços ao Consumidor do Brasil (IPCA). Esse método se baseia nos sistemas de equação simultânea que capturam a existência de relacionamentos interdependentes entre variáveis. Esse modelo é amplamente usado pelo Banco Central do Brasil (BACEN), principalmente para a previsão e o cálculo do impacto da inflação, como divulgado por esta instituição (2010).

Nos últimos anos, esta metodologia tem sido amplamente empregada para analisar a economia e os efeitos das inúmeras variáveis relacionadas a commodities na inflação brasileira. Por exemplo, Stockl (2017) e Carrara (2020) usaram índices de commodity para estimar o seu efeito nas expectativas do Índice de Preço ao Consumidor Ampliado (IPCA).

Através dos choques de oferta, este estudo tenta averiguar se o índice WTI contribuiu para intensificar as variações do IPCA depois da adoção do PPI. Para fazer isso, ele usa a Equação 1 do modelo VAR em sua forma estrutural, representada com a seguinte notação de matriz de ordem p de n variáveis:

$$X_t = A_0 + \sum_{i=1}^p A_i X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Onde X_t é um vetor de k variáveis, A_0 é um vetor de termos independentes, $\sum_{i=1}^p A_i$ são matrizes de coeficiente e ε_t é o vetor de distúrbios não correlacionados e temporalmente aleatórios.

Com base nisso, o termo X_t pode ser considerado um vetor das variáveis envolvido pelos seguintes termos, que serão apresentados no estudo:

- **IPCA:** Índice Nacional de Preços ao Consumidor Ampliado (IPCA) – % da variação mensal.

- **WTI:** Preço por barril do petróleo bruto West Texas Intermediate, servindo como uma referência para o preço internacional de diferentes tipos de petróleo. Nesse caso, ele é avaliado pelo preço FOB (Livre no Embarque), excluindo das despesas de frete e seguro.

- **Taxa de câmbio:** A Taxa de Câmbio Livre em dólares dos EUA, considerando a taxa de venda média mensal.

- **IPCA futuro:** Inflação cumulativa esperada para os próximos doze meses – % da variação – em média.

- **PIB mensal:** PIB mensal em valores correntes (R\$ milhões), que será usado para o cálculo do Hiato do Produto.

- **Ibovespa:** O Índice da Bolsa de Valores de São Paulo (IBOVESPA) a preços mensais de fechamento.

- **IPP:** Índice de Preços ao Produtor (IPP) – Indústria de Transformação de Produtos Alcoólicos: índice (dezembro de 2013 = 100).

- **IC-BR (Índice Brasileiro de Commodities):** Preços de commodities em reais – média mensal das cotações do índice diárias.

- **Taxa de desemprego – PNADC:** Percentual de pessoas desempregadas em comparação com a força de trabalho.

- **Indicador da Produção (2022=100):** Indicador do nível da produção industrial, dados com ajuste sazonal.

- **Exportações de produtos:** Exportações de produtos – mercadorias em geral – balanço de pagamentos – mensalmente – US\$ (milhões).

- **Importações de produtos:** Importações de produtos – mercadorias em geral – balanço de pagamentos – mensalmente – US\$ (milhões).

- **Necessidades de financiamento do setor público:** Necessidades de financiamento do setor público sem desvalorização da moeda (% PIB) – fluxo de ano para ano – resultado primário – Total – setor público consolidado.

- **Indicador de Custo de Crédito (ICC):** Custo médio das operações de crédito compreendendo o empréstimo, o financiamento e a carteira de leasing das instituições financeiras no Sistema Financeiro Nacional.

- **Taxas de juros média nas operações de crédito – Total:** Taxa de juros média de novas operações de crédito contratadas no período de referência no Sistema Financeiro Nacional.

- **Dívida das unidades familiares com o Sistema Financeiro Nacional como um percentual da renda dos últimos doze meses (RNDBF):** Ônus da dívida – Relacionamento entre o valor do serviço da dívida esperado com o Sistema Financeiro Nacional e a renda mensal de unidades familiares, em uma média móvel trimestral. Além disso, o Banco Central publica os ônus da dívida com ajuste sazonal.

Algumas das variáveis selecionadas foram derivadas do estudo dos choques de oferta do preço do commodity na inflação, conforme apresentado por Carrara e Barros (2020), junto com as variáveis usadas na atual política monetária

formulada por Bogdanski, Tombini e Werlang (2000).

Há algumas diferenças entre esses estudos com respeito às variáveis escolhidas para este modelo de estudo. A primeira diferença é a inclusão do WTI, do IPP e das variáveis do IC-BR, substituindo o índice de preços do Commodity Research Bureau (CRB), para gerar mais solidez ao envolver mais variáveis que possam causar impacto na inflação e na medição do indicador de preços principal do barril de petróleo no IPP.

A segunda diferença tem relação com o aspecto da produtividade da mão de obra, em que o Indicador de Produção foi adicionado além da variável da taxa de desemprego da população brasileira. A terceira diferença envolve a inclusão de indicadores da importação e da exportação de produtos do Brasil, substituindo a variável do valor em dólares das importações de produtos dos países da OCDE. A quarta diferença foi a inclusão de mais variáveis relacionadas ao setor financeiro, como ICC, taxa de juros nas operações de crédito e Dívida Residencial, assim introduzindo mais variáveis deste setor na equação que representem possíveis efeitos nas taxas de inflação. A quinta e última diferença foi a exclusão da taxa do Sistema Especial de Liquidação

e Custódia (SELIC) e a medida de desvio das expectativas da inflação do alvo, com inclusão da inflação esperada para os próximos doze meses e o Índice Ibovespa.

3.2 Variáveis e fontes dos dados

Os dados de séries temporais foram obtidos de instituições como Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Yahoo Finance e o Banco Central do Brasil, cobrindo o período de janeiro de 2013 até dezembro de 2022, como descrito na Tabela 1.

O período selecionado foi escolhido devido à disponibilidade de um conjunto de dados históricos completo e confiável para todas as variáveis econômicas pertinentes durante esse período para o modelo utilizado. Além disso, essa escolha é justificada pelo fato de que, desde janeiro de 2023, o governo anunciou mudanças significativas na política de preços da Petrobras, resultando em uma alteração fundamental em como eram abordadas as variações de custo da empresa. Esse cronograma, então, permitirá uma análise precisa das condições e implicações econômicas da política de preços anterior, bem como um entendimento melhor das mudanças subsequentes que afetarão o contexto econômico e a inflação no Brasil.

Tabela 1: Variáveis usadas

Nome	Descrição	Fonte
P	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Ampliado (IPCA) – % da variação mensal	BACEN - Série 433
Wti	Preço do petróleo bruto West Texas Intermediate por barril (FOB)	Ipeadata
C	Taxa de Câmbio Livre em dólares dos EUA (venda) – média mensal	BACEN - Série 3698
Pfut	IPCA futuro – Inflação cumulativa esperada para os próximos 12 meses – % da variação – média	Ipeadata
Pib	PIB Mensal em valores correntes (R\$ milhões)	BACEN - Série 4380
Ibov	Ibovespa – Fechamento do mês	Yahoo Finance
Ipp	Índice de Preços ao Produtor (IPP) - Setor de Transformação do Produto de Petróleo e Álcool: índice (dezembro de 2013 = 100)	Ipeadata
Icbr	Média mensal das cotações diárias do índice IC-Br (Índice de Commodities do Brasil)	BACEN - Série 29042
Txd	Taxa de desemprego – Percentual de pessoas desempregadas em comparação com a força de trabalho	BACEN - Série 24369
prod	Indicador do nível da produção industrial, dados com ajuste sazonal	BACEN - Série 28503
exp	Exportações de Produtos – Balanço de Pagamentos – mensalmente – US\$ (milhões)	BACEN - Série 22711
imp	Importações de Produtos – balanço de pagamentos – mensalmente – US\$ (milhões)	BACEN - Série 22712
nsfp	NSFP sem desvalorização da taxa de câmbio (% do PIB) – Fluxo cumulativo para o exercício – Resultado primário – Total – Setor público consolidado	BACEN - Série 5507
icc	Custo médio das operações de crédito incluído no empréstimo, financiamento e carteira de leasing das instituições financeiras integradas ao Sistema Financeiro Nacional	BACEN - Série 25351
txcred	Taxa de juros média sobre novas operações de crédito contratadas no período de referência no Sistema Financeiro Nacional	BACEN - Série 20714
endiv	Compromisso do serviço de dívida – Coeficiente entre os pagamentos esperados para o serviço de dívida com o Sistema Financeiro Nacional e a renda mensal de unidades familiares, em uma média móvel trimestral. Além disso, o Banco Central publica os da renda com ajuste sazonal	BACEN - Série 29037

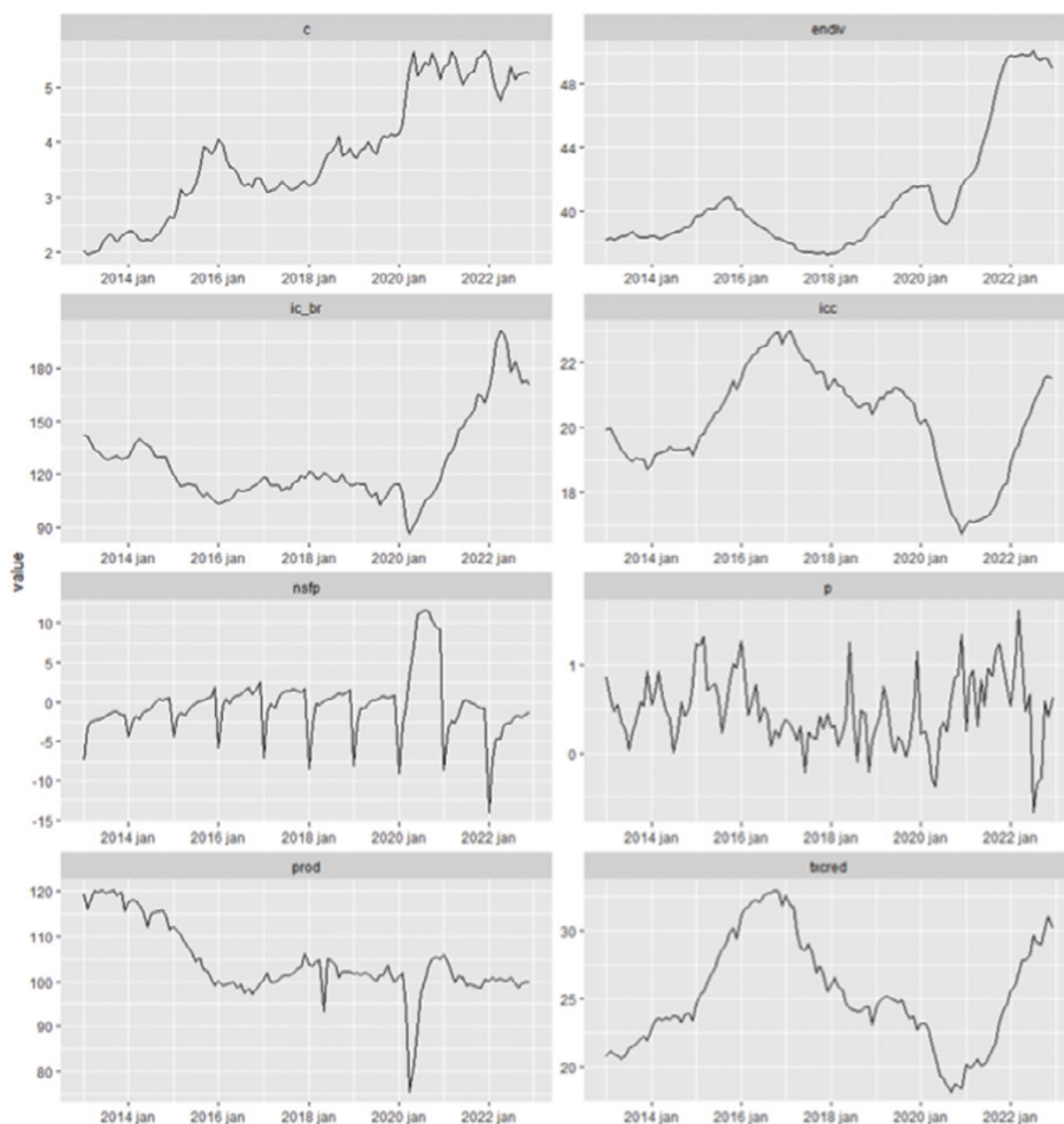
Fonte: Preparado pelo autor, usando dados do BACEN (2023), Ipeadata (2023) e Yahoo Finance (2023).

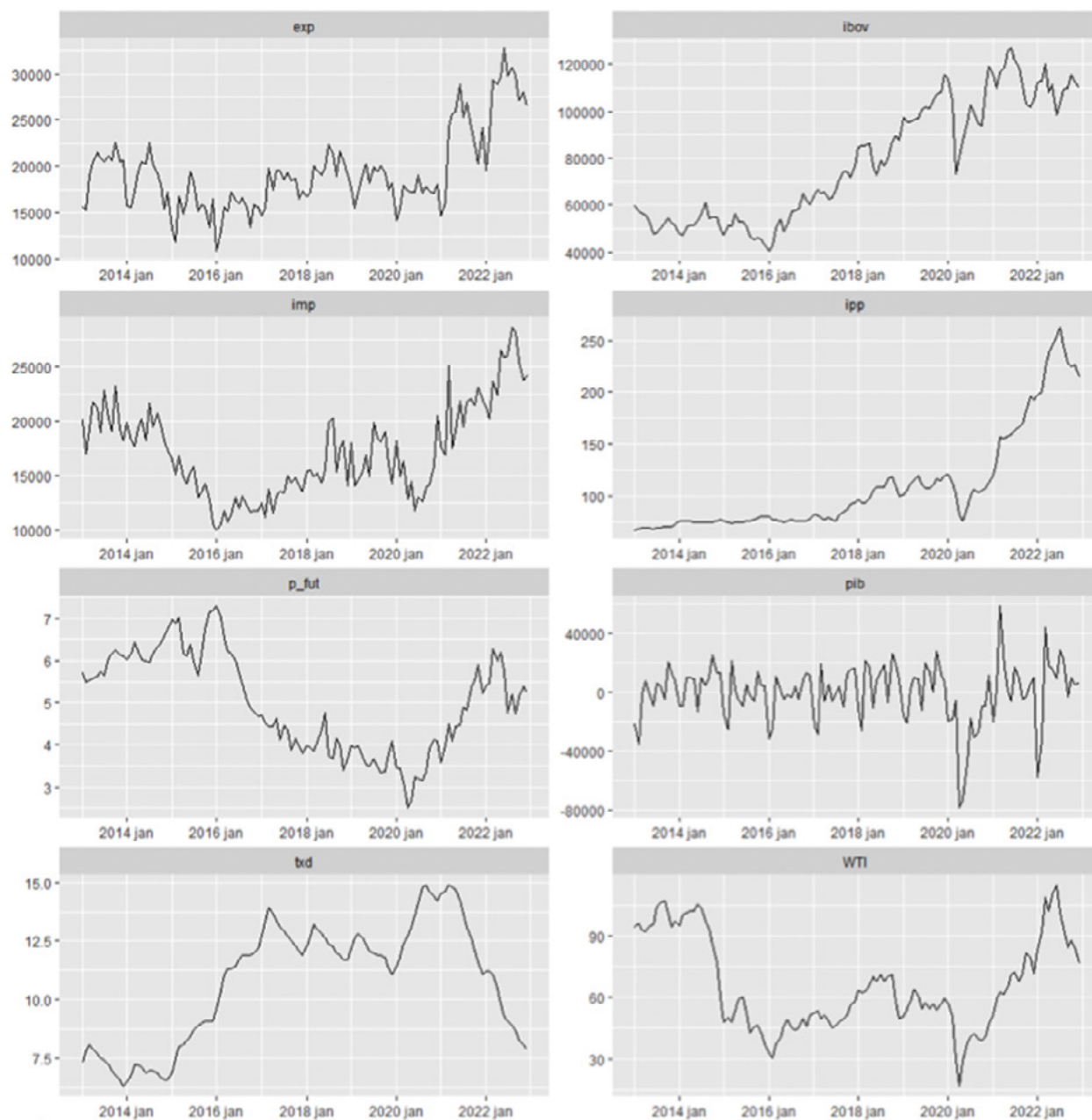
Continuando com a visualização dos dados apresentados acima, temos a série histórica de todas as variáveis do modelo para o período selecionado, visando observar as tendências de cada uma delas.

Essas representações gráficas (Figura 1) das séries temporais para as variáveis oferecem uma contextualização mais evidente da análise econômica. Elas

também reforçam as constatações do modelo VAR, fornecendo um entendimento mais amplo do comportamento dessas variáveis e suas interações ao longo do tempo, bem como eventos atípicos ou piques no curto prazo que podem indicar momentos de alta volatilidade nos preços do petróleo, variações da taxa de câmbio ou mudanças nas taxas da inflação

Figura 1: Série temporal para variáveis do modelo.





Fonte: Preparado pelo autor

A estatística descritiva das variáveis está apresentada na Tabela 2. Esta tabela fornece uma visão resumida de suas características básicas (mínimo, máximo, média, variância e desvio padrão). De acordo com Medri (2011), a estatística

descritiva ajuda na percepção, avaliação e quantificação da variabilidade em tabelas e gráficos derivados de conjuntos de dados que sintetizam valores, buscando resumos mais claros e abrangentes das variações nas variáveis.

Tabela 2: Estatística descritiva

Variáveis	Mín.	Máx.	Média	Variância	Desvio padrão
p	-0,68	1,62	0,49	0,16	0,41
wti	16,55	114,84	65,82	514,10	22,67
c	1,97	5,65	3,78	1,25	1,12
p _{fut}	2,50	7,29	4,99	1,39	1,18
pib	398.093,60	867.745,20	589.817,30	13.675.780.697	116.943,5
ibov	40.406,00	126.802,00	78.460,84	662.242.170,15	25.734,07
ipp	68,30	262,34	109,58	2.405,86	49,05
ic _{br}	86,43	201,43	126,50	571,03	23,90
txd	6,30	14,90	10,78	6,53	2,56
prod	75,40	120,40	104,24	61,22	7,82
exp	10.876,00	32.723,90	19.355,38	18.405.454,51	4.290,16
imp	10.010,90	28.618,90	17.185,27	17.694.276,95	4.206,46
nsfp	-14,09	11,63	-0,45	15,23	3,90
icc	16,73	22,98	20,18	2,57	1,60
txcred	18,15	32,99	25,26	15,71	3,96
endiv	37,25	50,09	40,78	14,44	3,80

Fonte: Preparado pelo autor

A matriz de correlação para as variáveis é apresentada na Tabela 3, ressaltando os relacionamentos lineares preliminares entre elas. Essa análise inicial permite um

entendimento preliminar da estrutura de dados e a identificação de padrões possíveis que podem influenciar os resultados do modelo VAR.

Tabela 3: Matriz de correlação

	p	WTI	c	p_fut	pib	ibov	ipp	ic_br	txd	prod	exp	imp	nsfp	icc	txcred	endiv
P	1,00	0,07	0,06	0,51	0,11	-0,02	0,07	0,20	-0,12	0,19	-0,09	0,01	-0,10	-0,34	-0,11	0,19
Wti	0,07	1,00	-0,28	0,38	0,31	0,01	0,34	0,75	-0,59	0,63	0,58	0,76	-0,42	-0,28	-0,22	0,30
C	0,06	-0,28	1,00	-0,43	-0,12	0,81	0,72	0,26	0,61	-0,71	0,40	0,20	0,21	-0,32	-0,12	0,70
p_{fut}	0,51	0,38	-0,43	1,00	0,18	-0,60	-0,10	0,31	-0,75	0,50	-0,04	0,14	-0,32	0,01	0,30	0,09
Pib	0,11	0,31	-0,12	0,18	1,00	0,06	0,20	0,27	-0,12	0,27	0,40	0,36	-0,03	0,06	0,13	0,09
Ibov	-0,02	0,01	0,81	-0,60	0,06	1,00	0,76	0,40	0,58	-0,47	0,55	0,42	0,02	-0,35	-0,31	0,64
Ipp	0,07	0,34	0,72	-0,10	0,20	0,76	1,00	0,80	0,16	-0,35	0,79	0,67	-0,21	-0,20	0,03	0,93
ic_{br}	0,20	0,75	0,26	0,31	0,27	0,40	0,80	1,00	-0,27	0,14	0,78	0,81	-0,43	-0,26	0,01	0,78
Txd	-0,12	-0,59	0,61	-0,75	-0,12	0,58	0,16	-0,27	1,00	-0,69	-0,02	-0,34	0,33	0,00	-0,06	0,01
Prod	0,19	0,63	-0,71	0,50	0,27	-0,47	-0,35	0,14	-0,69	1,00	-0,07	0,29	-0,26	-0,26	-0,31	-0,32
Exp	-0,09	0,58	0,40	-0,04	0,40	0,55	0,79	0,78	-0,02	-0,07	1,00	0,79	-0,10	-0,25	-0,11	0,69
Imp	0,01	0,76	0,20	0,14	0,36	0,42	0,67	0,81	-0,34	0,29	0,79	1,00	-0,33	-0,43	-0,30	0,65
Nsfp	-0,10	-0,42	0,21	-0,32	-0,03	0,02	-0,21	-0,43	0,33	-0,26	-0,10	-0,33	1,00	-0,12	-0,20	-0,24
Icc	-0,34	-0,28	-0,32	0,01	0,06	-0,35	-0,20	-0,26	0,00	-0,26	-0,25	-0,43	-0,12	1,00	0,86	-0,27
Txcred	-0,11	-0,22	-0,12	0,30	0,13	-0,31	0,03	0,01	-0,06	-0,31	-0,11	-0,30	-0,20	0,86	1,00	0,05
Endiv	0,19	0,30	0,70	0,09	0,09	0,64	0,93	0,78	0,01	-0,32	0,69	0,65	-0,24	-0,27	0,05	1,00

Fonte: Preparado pelo autor

3.3 Procedimentos do teste de raiz unitária

Conforme conduzido no modelo Stockl (2017), foi apresentada a necessidade de empregar testes de raiz unitária para verificar a estacionaridade da série apresentada. Os testes de raiz unitária, a saber ADF (Dickey; Fuller,

1981), PP (Phillips; Perron, 1988) e KPSS (Kwiatkowski et al., 1992), foram utilizados. Esses testes foram realizados com uma constante e uma tendência. A determinação de quantas diferenças seriam necessárias se baseou na convergência dos resultados de mais de dois testes especificados, como demonstrado na Tabela 4.

Tabela 4: Testes de raiz unitária

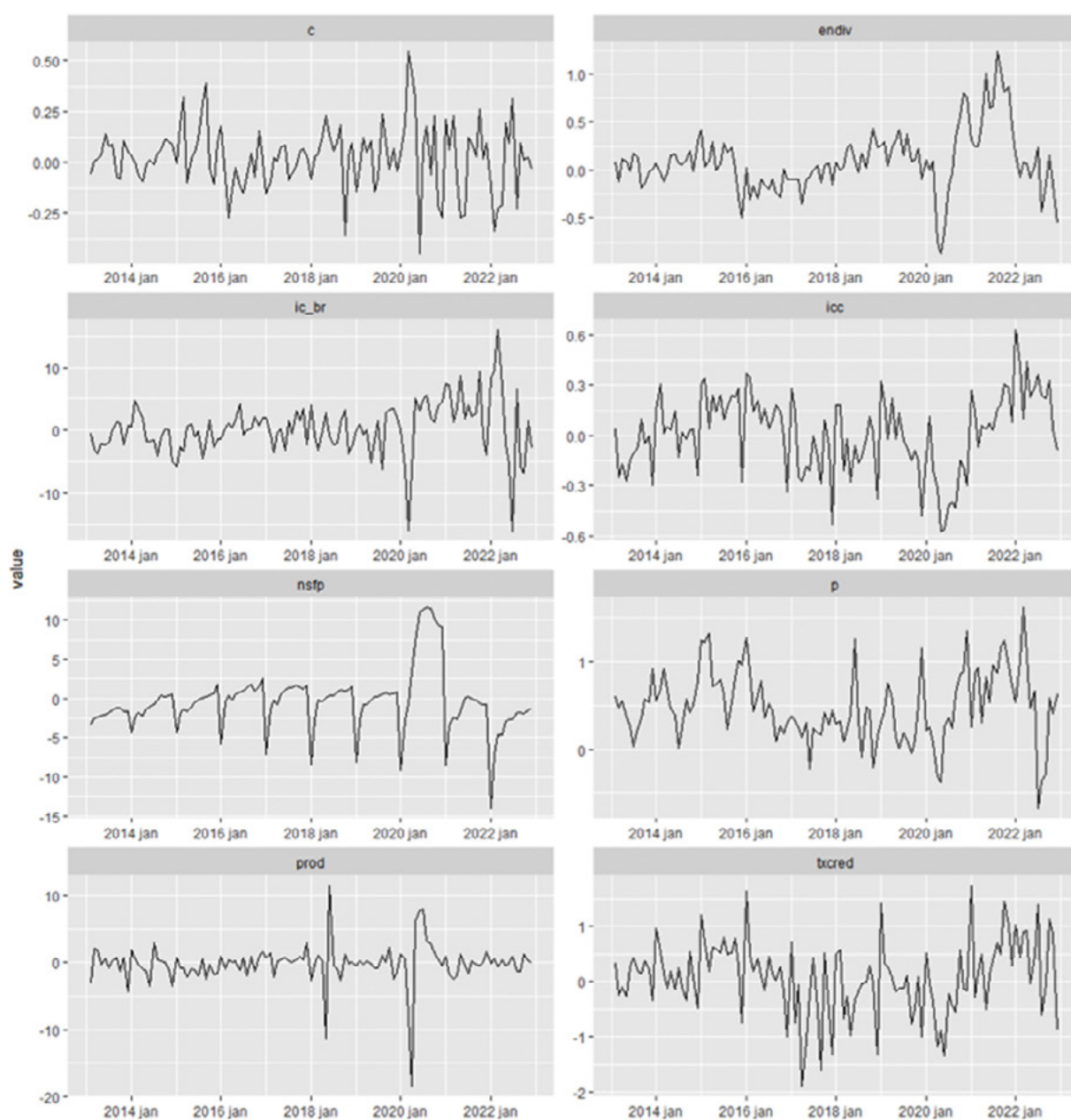
Variáveis	KPSS (Nível)	ADF (nível)	PP (Nível)	KPSS (Tendência)	ADF (Tendência)	PP (Tendência)	Diferença selecionada
P	0	0	0	1	0	0	0
Wti	1	1	1	1	1	1	1
C	1	1	1	1	1	1	1
P _{fit}	1	1	1	1	1	1	1
Pib	0	0	0	0	0	0	0
Ibov	1	1	1	1	0	1	1
Ipp	1	1	1	1	1	1	1
ic _{br}	1	1	1	1	1	1	1
txd	2	1	1	2	1	1	1
prod	1	1	1	1	1	1	1
exp	1	1	1	1	1	1	1
imp	1	1	1	1	1	1	1
nsfp	0	0	0	1	0	0	0
icc	1	1	1	2	1	1	1
txcred	1	1	1	2	1	1	1
endiv	2	1	1	1	2	1	1

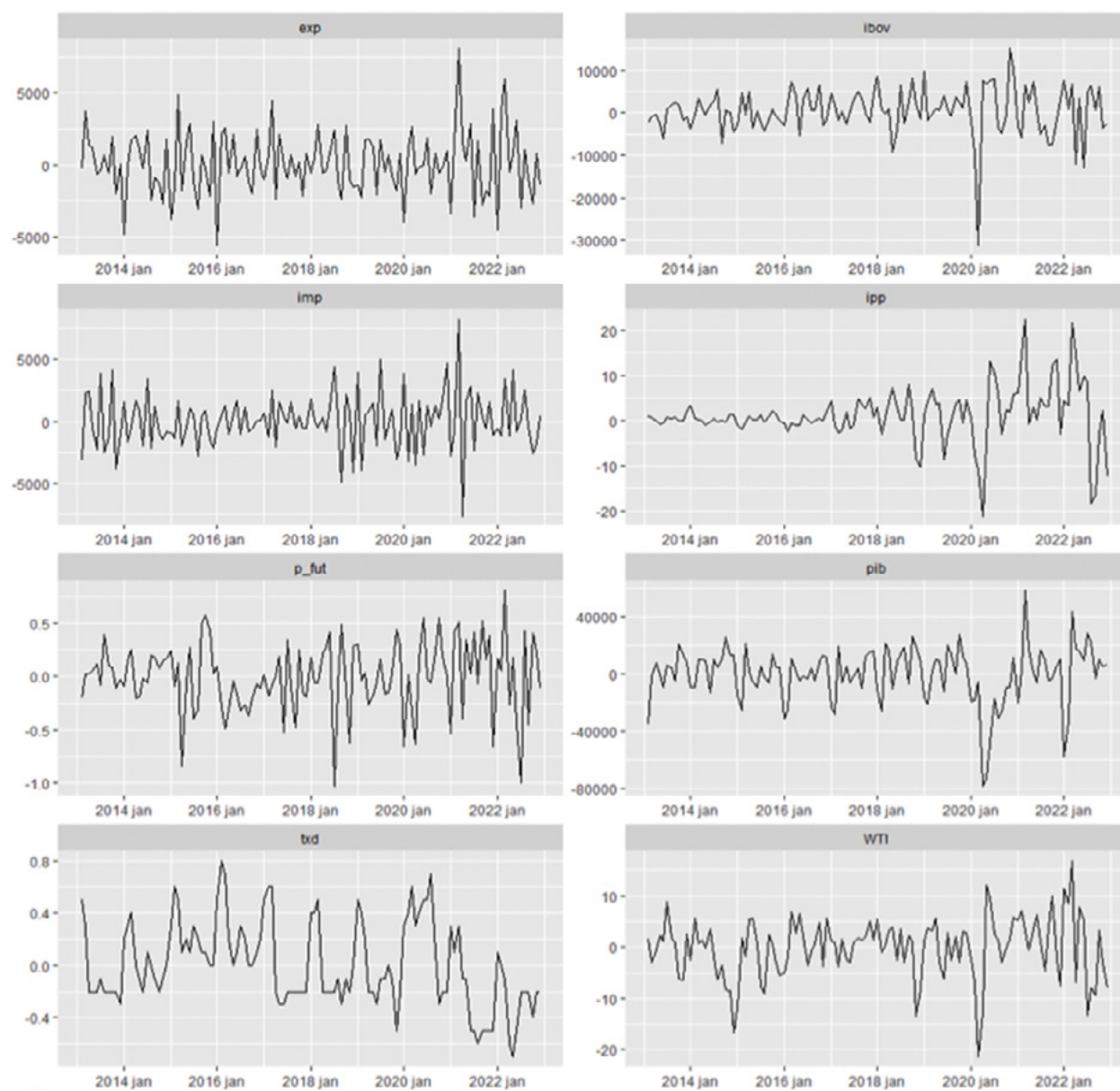
Fonte: Preparado pelo autor

Após a realização dos testes de raiz unitária para cada variável, como demonstrado na tabela acima, a maioria das séries foi usada na primeira

diferença. Para a visualização de cada uma, a Figura 2 (abaixo) foi construída com os novos valores de acordo com o lag escolhido.

Figura 2: Variáveis diferenciadas.





Fonte: Preparado pelo autor

3.4 Procedimentos de determinação da ordem do lag

Nessa parte do processo, dividimos o modelo VAR em dois períodos distintos – antes e depois da implantação do IPP (Índice de Preço ao Produtor) – para avaliar o efeito das variáveis com relação aos preços do petróleo bruto

na inflação brasileira. Após os testes de raiz unitária, um problema imediato é determinar o número de lags no modelo VAR. Isso é obtido quando se segue os critérios específicos da análise, a saber Akaike (AIC), Hannan-Quinn (HQ) e Schwarz (SC), conforme determinado com base no Pfaff (2008).

Tabela 5: Testes de determinação da ordem do lag do modelo

Modelos	AIC (n)	HQ (n)	SC (n)
VAR 1 (Pre-IPP)	2	2	2
VAR 2 (Post-IPP)	3	3	3

Fonte: Preparado pelo autor.

4. RESULTADOS DO CHOQUE DA OFERTA

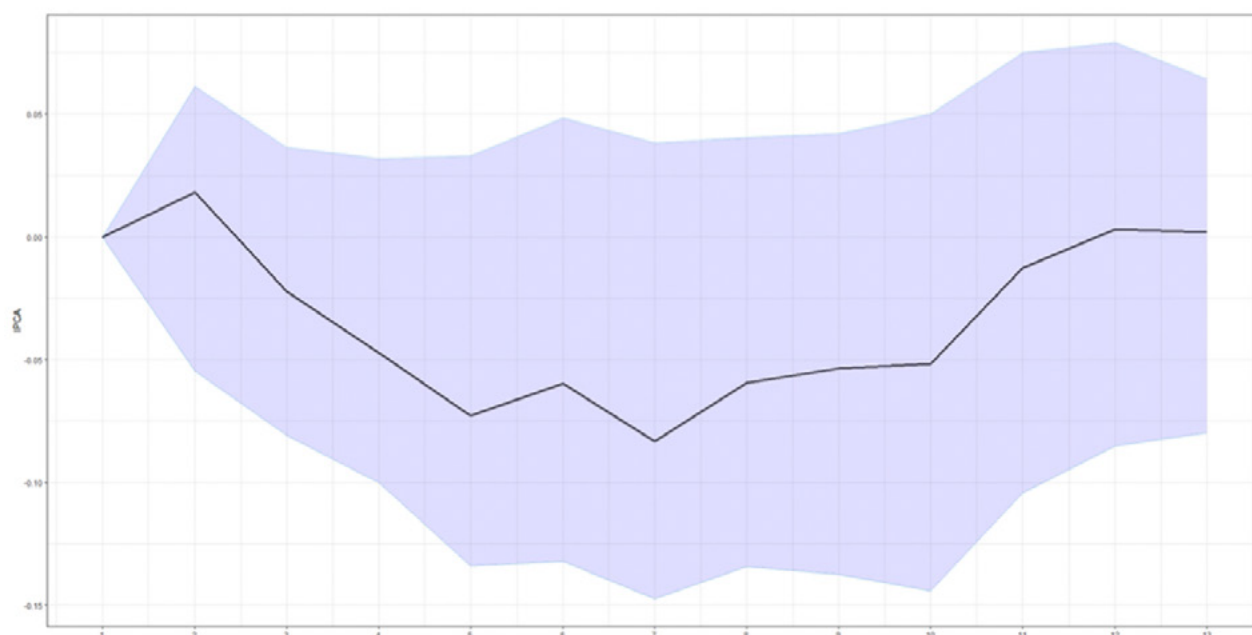
Para alcançar o objetivo proposto neste estudo, foram realizadas duas análises de choques de oferta em períodos distintos. Esses choques mostram como as mudanças na política de preços da Petrobras influenciavam a dinâmica da inflação no Brasil.

A Figura 3 apresenta o primeiro modelo VAR para o período de janeiro de 2013 até agosto de 2017, ou seja, antes do PPI. De início, é observada uma queda de quase -0,07% na inflação, em resposta às variações nos preços do petróleo bruto

WTI, retornando gradualmente aos níveis normais depois de doze meses.

De acordo com Ferreira (2019), a Petrobras foi convocada para controlar as taxas de inflação crescentes de 2011 até 2014. Esta dinâmica pode ser explicada pela intervenção do governo na política de preços da Petrobras durante aquele período, controlando os preços de combustível nacional e assim minimizando o repasse das flutuações internacionais para os consumidores brasileiros.

Figura 3: Modelo 1 do VAR (2013 – agosto de 2017).



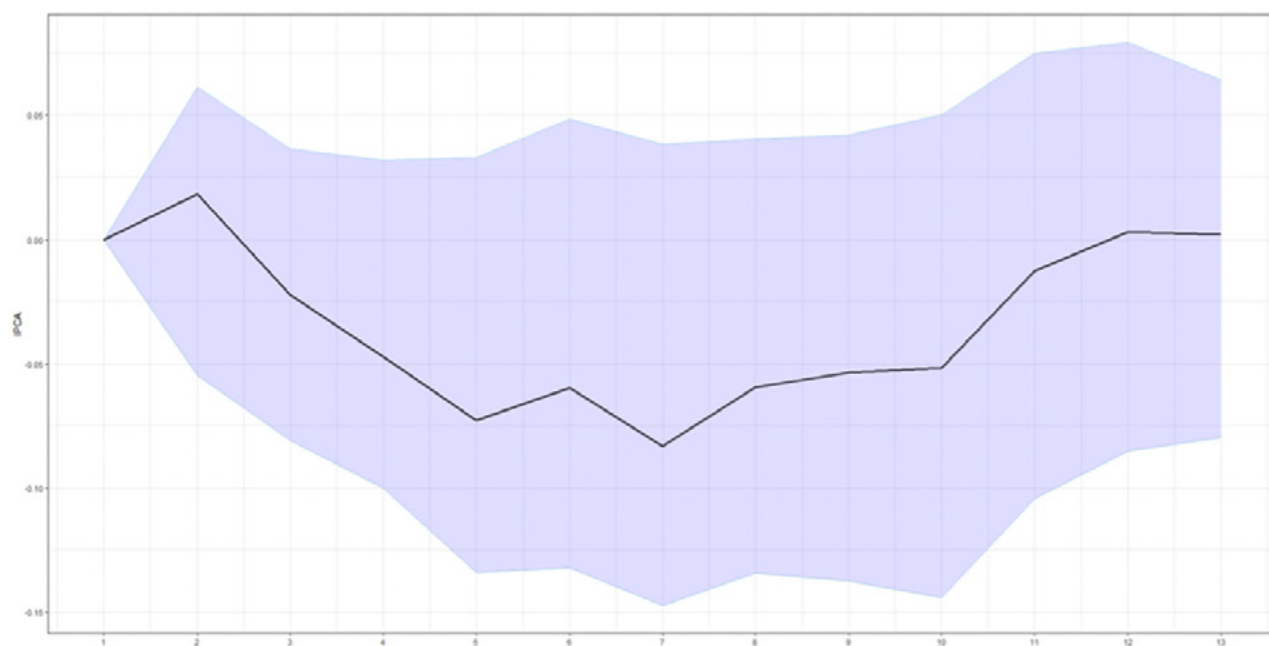
Fonte: Preparado pelo autor.

A Figura 4 apresenta o segundo modelo VAR cobrindo o período desde setembro de 2017 até dezembro de 2022, após a adoção da política de preços do PPI pela Petrobras. Nesse caso, observa-se um efeito contrário. Este contexto mostra um impacto positivo significativo de cerca de 0,10% na inflação com respeito aos preços do petróleo bruto WTI. Esta mudança pode ser explicada pela nova abordagem adotada pela Petrobras, alinhando os preços nacionais às flutuações globais do mercado. Em consequência disso,

as flutuações nos preços do petróleo bruto logo foram repassadas de forma mais rápida e direta para os preços do combustível no Brasil, afetando, com isso, a inflação.

Um estudo similar conduzido por Nazareno (2021) para o período entre 2002 e 2021 constatou que todas as variáveis mostravam transferências assimétricas para a inflação brasileira, com aumentos nos preços do petróleo e com as taxas de câmbio sendo passadas adiante mais intensamente.

Figura 4: Modelo 2 do VAR (2017-09 até 2022).



Fonte: Preparado pelo autor.

Esses resultados sugerem que a política de preços da Petrobras, junto com o sistema de precificação do PPI, exercia um papel significativo na transferência das variações nos preços do petróleo para a inflação brasileira. A adoção do PPI intensificou a sensibilidade dos preços nacionais para os choques de oferta do mercado internacional, tornando o Brasil mais suscetível a flutuações nos preços de commodities, como o petróleo.

Olhando o período sob análise, outros estudos sobre a política de preços da Petrobras exploram não somente o período entre 2017 e 2022. Contudo, nos trabalhos com séries temporais mais longas, os preços internacionais e as taxas de câmbio são evidentemente as variáveis com os maiores impactos sobre a inflação. De acordo com Nazareno (2021), eram esperados efeitos mais pronunciados dos preços internacionais do petróleo

sobre a inflação, com base na literatura econômica. Mas foi constatado que os aumentos tinham efeitos em cascata mais fortes do que as reduções, quando se levava em conta a decomposição da variância dos erros previstos.

Ao analisar o setor de transporte rodoviário de carga, Ferreira (2019) salientou que as crises nesse setor foram agravadas pelos preços crescentes do diesel e os investimentos pesados de capital nesse setor durante os anos anteriores, em particular as compras de caminhões. Assim, há duas tendências em termos de oferta e demanda: i) as taxas de frete caem com frotas maiores; e ii) flutuações mais amplas e maiores preços do diesel aumentam os custos do transporte e ajustam as margens de lucro. No intuito de abordar essa situação, o governo propôs novas políticas de intervenção no sistema de precificação, causando desequilíbrios na produtividade no setor.

5. CONCLUSÃO

Através do Modelo VAR, este estudo tenta determinar os impactos das mudanças na política de preços da Petrobras sobre a inflação brasileira e seus efeitos antes e depois da sua adoção. Usando essa metodologia e fazendo referência a outros trabalhos acadêmicos sobre esse tópico, este projeto de pesquisa é planejado para ser ampliado para um modelo com mais variáveis relacionadas à inflação, assim gerando uma função relacionada a impulsos correlacionada ao WTI e às variáveis do IPCA para os períodos estudados.

Ao avaliar os resultados das mudanças abruptas no Modelo VAR, esperava-se que, após a adoção do PPI pela Petrobras, o preço do petróleo bruto por barril causaria impactos no longo prazo na inflação. Observando as mudanças abruptas no modelo e os diferentes intervalos de tempo, houve um registro na inflação antes da adoção devido às variações do petróleo bruto, retornando aos níveis normais após doze meses. Depois de 2017, deu-se o efeito contrário, com um impacto de quase 0,10% na inflação relacionada aos preços do petróleo bruto por barril, mantendo esse efeito durante os meses subsequentes.

Diante desses desafios, a Petrobras foi forçada a reavaliar a sua política de preços. A mudança de 2023 indica a importância de uma abordagem mais abrangente e flexível na definição dos preços de combustível, tendo em vista a estabilidade econômica e amenizando os impactos sobre a inflação, com uma abordagem equilibrada para o setor de transporte rodoviário de carga.

A lição crucial aqui é que a política de preços do combustível deverá ser sensível a interações complexas entre fatores econômicos, políticos e geopolíticos. O futuro da política de preços da Petrobras deverá refletir essas lições aprendidas, esforçando-se para equilibrar a estabilidade dos preços com a proteção de seus interesses corporativos e a manutenção de sua capacidade de servir ao mercado nacional.

É sugerido que os estudos futuros possam avaliar novas variáveis dentro do modelo VAR e introduzir uma estrutura de custo ao modelo, à medida que os subsídios fiscais forem amplamente implantados para refrear a inflação durante 2022.

6. BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, EDMAR LUIS FAGUNDES DE; OLIVEIRA, PATRICIA VARGAS DE; LOSEKANN, Luciano. Impactos da contenção dos preços de combustíveis no Brasil e opções de mecanismos de precificação. *Brazilian Journal of Political Economy*, v. 35, p. 531-556, 2015.

Banco Central do Brasil (BACEN). Relatório de Inflação, Brasília, jun. de 2010. 2010.

Banco Central do Brasil (BACEN) – Time Series Management System.
Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries>. Acessado em: 15 de novembro de 2023.

BOGDANSKI, J.; TOMBINI, A. A.; WERLANG, S. R. C. Implementing inflation targeting in Brazil. Brasília: Banco Central do Brasil, jul. de 2000. 29 pág. (Série de documentos do trabalho, nº 1).

CARRARA, Aniela Fagundes; BARROS, Geraldo Sant’Ana de Camargo. Choques de oferta e política monetária na economia brasileira: uma análise do impacto dos preços das commodities na inflação entre 2002 e 2014. *Nova Economia*, v. 29, p. 757-794, 2020.

DICKEY, David A.; FULLER, Wayne A. Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, p. 1057-1072, 1981.

DOS SANTOS, Marival Matos. A política de preços dos combustíveis no Brasil antes e depois da flexibilização do monopólio estatal do mercado de petróleo. 2021.

FERREIRA, Marcelo Dias Paes; VIEIRA FILHO, J. E. R. Política de preços dos combustíveis. Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira. Rio de Janeiro: Ipea, p. 207-226, 2019.

FURNO, Juliane; LEITE, Letícia Nunes Pereira. Na contramão da segurança energética: o refino e a política de preços da Petrobras sob os governos Temer e Bolsonaro. *Revista de Economia Política Internacional*, v. 21, nº 2, 2022.

HATANAKA, M. *Times-Series-Based Econometrics: unit roots and co-Integrations*. Nova York: Oxford University Press, 1996. 44 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2023. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acessado em: 15 de novembro de 2023.

IPEADATA. 2023. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/>. Acessado em: 15 de novembro de 2023.

KWIATKOWSKI, D.; PHILLIPS, P. C. B.; SCHMIDT, P.; SHIN, Y. Testing the null hypothesis of stationary against the alternative of a unit root. *Journal of Econometrics*, North-Holland, 54 (1-3): 159-178, 1992.

MEDRI, Waldir. *Análise exploratória de dados*. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2011.

SIMS, Christopher A. Macroeconomics and reality. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, p. 1-48, 1980.

STOCKL, Marcos; MOREIRA, Ricardo Ramalhete; GIUBERTI, Ana Carolina. O impacto das commodities sobre a dinâmica da inflação no Brasil e o papel amortecedor do câmbio: evidências para o CRB Índice e Índice de Commodities Brasil. *Nova Economia*, v. 27, p. 173-207, 2017.

PHILLIPS, Peter CB; PERRON, Pierre. Testing for a unit root in time series regression. *biometrika*, v. 75, nº 2, p. 335-346.

PFAFF, Bernhard. *Analysis of integrated and cointegrated time series with R*. Springer Science & Business Media, 2008.

NAZARENO, Maria Cristina de Meira. *Contribuição do preço internacional do petróleo e de variáveis macroeconômicas na inflação brasileira, 2002-2021*. 2023.

FERREIRA, Marcelo Dias Paes; VIEIRA FILHO, J. E. R. Política de preços dos combustíveis. *Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira*. Rio de Janeiro: Ipea, p. 207-226, 2019.

IMPACTS OF PETROBRAS PRICE POLICY CHANGES ON THE BRAZILIAN ECONOMY: An Analysis of the Import Parity Price (IPP) and its Implications.

Danilo Fontenel Wimmer

Gláucia Fernandes Vasconcelos
UFRJ/COPPEAD

RESUMO

Este estudo analisa os impactos na inflação brasileira da política de preços da Petrobras adotada em 2017, mais especificamente a transição para a política do Preço de Paridade da Importação (PPI) em resposta a mudanças abruptas nos preços do petróleo bruto West Texas Intermediate (WTI). Usando o Modelo de Autoregressão Vetorial (VAR), observamos que a política de preços da Petrobras e o PPI exerciam um papel significativo na transferência das flutuações de preço do petróleo para a inflação. Antes do PPI, as intervenções do governo se esforçavam em refrear a inflação, com impactos positivos na inflação após a sua adoção. As constatações ressaltam a relevância de se reavaliar a política de preços da Petrobras em 2023 visando salvaguardar os interesses da empresa e reforçar a estabilidade econômica da nação. Este estudo contribui para discussões sobre as políticas de combustível no Brasil e o quanto elas afetam de modo significativo o setor de transporte.

Palavras-chave: Inflação, choques de oferta, preços das commodities, política de preços da Petrobras, setor de transporte.

ABSTRACT

This study examines the impacts on Brazilian inflation of the Petrobras price policy adopted in 2017, more specifically the transition to the Import Parity Price (IPP) policy in response to abrupt changes in West Texas Intermediate (WTI) crude oil prices. Using the Vector Autoregression Model (VAR), it is observed that the Petrobras price policy and the IPP, played significant roles in transferring oil price fluctuations to inflation. Prior to the IPP, government interventions strove to curb inflation, with positive impacts on inflation after its adoption. The findings highlight the relevance of reevaluating the Petrobras price policy in 2023 in order to safeguard the company's interests and underpin the nation's economic stability. This study contributes to discussions on fuel policies in Brazil and how significantly they affect the transport sector.

Keywords: Inflation, supply shocks, commodity prices, Petrobras price policy, transport sector.

1. INTRODUCTION

This paper investigates recent variations in Petrobras prices resulting from its switch to Import Parity Price (IPP) in 2017. Fluctuations in Petrobras prices have been subject to constant criticism in recent years, prompting the company to rethink and alter its approach in 2023.

To understand the context of the Petrobras price ↑ policy, it is essential to trace its progression over the years. Its pricing policy was historically characterised by state intervention and the establishment of government-controlled prices. Although this approach was intended to curb inflation, it often led to market distortions and significant losses for Petrobras, which sold fuels at prices below production costs and the international market, as evidenced by Almeida (2015).

This approach changed in 2017 when Petrobras introduced the Import Parity Price Policy (IPP). The IPP linked fuel prices on the Brazilian market to international oil product prices, including WTI crude and currency fluctuations. According to Dos Santos (2021), this price policy was based entirely on international/import parity, adjusted to USD/BRL exchange rate variations and international crude price volatility. This marked a significant departure from state intervention, attempting to align domestic prices with global oil market fluctuations.

The impacts of the IPP on the Brazilian economy have been a constant topic of

discussion since its inception. According to Ferreira (2019), the cargo road transport sector has been pressuring the federal government to introduce controls over diesel prices. This outcome is directly linked to the new pricing policy established by Petrobras in 2017. Its effects intensified after the pandemic and the invasion of Ukraine, due to severe impacts of fuel prices on the Brazil's production chains.

There is a recent discussion on changing the current pricing policy, particularly as the Petrobras price policy should take several factors into account. These include exchange rate fluctuations and international oil market, market swings (such as the economic downturn caused by the COVID-19 pandemic), and geopolitical issues such as the invasion of Ukraine. Additionally, it should consider the service capacity of the Brazilian market and potential effects on its economy, particularly in terms of inflation.

This study is intended to provide substantial information that can enrich dialogues exploring fuel price policy options and upgrades in the Brazilian context. Additionally, it strives to significantly contribute to academic knowledge and the public sphere through an in-depth analysis of the Petrobras price ↑ policy. It intends to offer valuable insights into its implications for the Brazilian economy and its inflation rate, with the goal of

charting the course that Petrobras intends to adopt in its new price policy in 2023, based on the lessons learned from the IPP and its economic effects.

In parallel, this paper also strives to provide a novel standpoint on how the WTI crude price per barrel impacted Brazilian inflation, before and after the adoption of the IPP by Petrobras. Based on this, a VAR model was constructed with at least thirteen other variables, as well as the Broad Consumer Price Index (IPCA) and the WTI, that may impact Brazilian inflation.

As a result, supply shocks were

generated, with clearly damping effects on inflation due to variations in the per-barrel crude price before its adoption. After the adoption of the IPP, the opposite effect is noticeable, with a positive impact of 0.10% on inflation, maintaining this effect for at least twelve months.

Following this introduction, Section 2 presents the literature review. Section 3 describes the methodology of the Vector Autoregression Model used in this work. Section 4 outlines the findings of this study. The conclusion is presented in Section 5.

2. LITERATURE REVIEW

2.1 Petrobras Price Policy

The fossil fuel pricing policy in Brazil and the resulting uncertainties have sparked discussions among many political and private stakeholders. In the early 2010s, a fossil fuel pricing policy detached from international prices was implemented to curb inflation. Consequently, fuel prices remained relatively low, compared to international standards. Gasoline price control was associated with this new paradigm, which advocated for increased government intervention in the economy, starting in 2004 through sector-specific policies. In this context, Petrobras was called upon to curb rising inflation rates from 2011 to 2014, during the first Rousseff Administration. The deployment of Petrobras as a policy tool was amplified by the fact that this state-owned oil giant held a virtual monopoly on refining and

distributing fossil fuels in Brazil (Ferreira, 2019).

These negative economic impacts undermined its investment capacity, dimming the appeal of private investments in the downstream segment of Brazil's oil industry. There was thus a clear need to devise a new oil product pricing policy and assess the lessons learned from international experiences for the Brazilian situation, in terms of oil product pricing policies (Almeida, 2015).

In 2017, Petrobras announced the implementation of a new price policy based on the Import Parity Price (IPP). This approach differed mainly through more frequent adjustments, responding to fluctuations in exchange rates and international oil prices.

Among those in favour of the IPP, arguments revolved around keener domestic competition and attracting investments. It was also stressed that this policy ensured supply security, as 30% of Brazil's consumption relied on oil product imports. In an announcement, Petrobras Refining and Natural Gas Director Jorge Celestino stated that the company was losing market share due to rising inflows of oil producers by importers (Furno, 2022).

Despite being self-sufficient in oil production, this state-owned oil giant began using the IPP as a domestic market supply reference, meaning that global oil price volatility and changes in the currency market would directly impact domestic prices. Petrobras started operating, considering all oil products consumed in the domestic market as if they were imported, resulting in local prices being directly influenced by international quotes and internalisation costs, subject to exchange rates.

Starting in 2023, the company announced that its price policy would continue to be anchored in the Import Parity Price (IPP). However, the model would be internally reviewed by the company, seeking less frequent adjustments to exchange rate variations and international oil prices. This new strategy will likely attempt to balance a competitive edge on the domestic market with the need to follow global price fluctuations, thus ensuring the company's operational sustainability in a dynamic and challenging international context.

While much attention has been paid to the direct economic impacts of the transition to the IPP policy, there has also been a notable ripple effect in the transport sector. The shift in fuel pricing has led to significant logistical changes, influencing transport costs and operating efficiency.

According to Ferreira (2019), the fuel

policy context ratcheted up shipping costs, generating instability in this sector, as diesel prices are an important component of road transport variable costs in Brazil. The Brazilian government established a minimum freight pricing policy, in response to the demands of striking lorry-drivers in May 2018. This strike was triggered by successive diesel price hikes, in parallel to fluctuations on the international market. In addition to pumping up costs, almost daily price increases caused instability, making decisions more challenging.

2.2 Economic Model Analysis

The importance of the relationship between the Petrobras price policy and inflation in Brazil is vital for the effects of these policies on the nation's economy. Previous studies have used econometric models, such as the Vector Autoregression Model (VAR) and the Vector Error Correction Model (VECM), to explore these dynamics.

According to Christopher Sims (1980), the VAR model, as an extension of the Autoregression Model (AR), allows the joint modelling of multiple variables, providing flexibility to analyse several variables simultaneously, offering sensitivities and inferences on the dynamics that can arise in an economy. Furthermore, as mentioned by the Brazilian Central Bank (BACEN) (2010), this model is primarily used by this institution for forecasting and calculating impacts on inflation.

The Carrara (2020) study focused on examining how supply shocks triggered by commodity prices affect inflation in Brazil. He also investigated the effectiveness of the nation's monetary policy in responding to these impacts. Using the Vector Autoregression Method with Error Correction (VEC), Carrara found that Brazilian inflation has a significant indexing component, but is also influenced

by its market expectations, as well as by supply-side price behaviour, which exerts some influence on inflation expectations.

Another relevant study conducted by Stockl (2017) sought to analyse the effects of commodity shocks, measured by the Commodity Research Bureau (CRB) Index and the Brazilian Commodities (IC-Br) Index, on the dynamics of inflation in Brazil from January 2005 to December 2013. Using Vector Autoregression Models (VAR), the findings of this study suggested that net increases in commodity prices have positive impacts on inflation.

A more recent study conducted by Nazareno (2023) attempted to measure and analyse how shocks in international oil prices, interest rates, and exchange rates influenced Brazilian inflation from 2002 to 2021. Using an econometric approach with a Vector Error Correction (VEC) Model, this study identified that all variables

present an asymmetric transmission to Brazilian inflation, indicating that increases in oil prices and exchange rates are passed on with greater intensity.

Using different models and approaches, these econometric studies provide valuable insights on relationships between commodity prices (especially oil) and the dynamics of inflation in Brazil, highlighting the complexity of the interactions between these variables and their impacts on the national economy.

This literature review highlights the relationship between the Petrobras price policy and inflation in Brazil, emphasizing the importance of new analyses to better understand this dynamic. There are gaps to be filled, especially through studies investigating the most recent (post-2023) impacts of these policies on the Brazilian economy and the ramifications of the changes announced by Petrobras for its price policy.

3. METHODOLOGY AND DATA

The methodology used in this work is organised into four sections. The first section describes the Vector Autoregression Model (VAR), which was used in this study to estimate the impulse and response effect. The second section describes the dataset used to represent the model variables. The third section describes the unit root test performed on all model variables to assess the stationarity of the series. The fourth section details the tests conducted to determine the number of lags for each VAR model.

3.1 The Model

To investigate the impacts of the Petrobras Import Parity Price (IPP) policy on Brazilian inflation, the Vector Autoregression Model (VAR) was used. The choice of this model is based on its ability to capture interdependent relationships between variables, particularly effective in assessing the impact of stochastic shocks in an economic system.

The VAR was initially proposed by Christopher Sims (1980) as an extension of the Autoregression Model (AR), enabling the joint modelling of multiple variables. The flexibility of the VAR allows for the simultaneous analysis of various variables, providing sensitivities and inferences on the dynamics that can emerge in an economy. According to Carrara (2020), this model deals with contemporary movements of variables, thus enabling the identification of model

parameters and structural shocks.

A quantitative analysis was conducted to correlate the impacts of the West Texas Intermediate (WTI) per-barrel crude price pass-through to Brazil's National Consumer Price Index (IPCA). This method is based on simultaneous equation systems that capture the existence of interdependent relationships between variables. This model is widely used by the Brazilian Central Bank (BACEN), mainly for forecasting and inflation impact calculation, as disclosed by this institution (2010).

In recent years, this methodology has been widely employed to analyse the economy and the effects of various commodity-related variables on Brazilian inflation. For example, Stockl (2017) and Carrara (2020) used commodity indices to estimate their effect on Broad Consumer Price Index (IPCA) expectations.

Through supply shocks, this study attempts to ascertain whether the WTI index has contributed to intensifying IPCA variations after the adoption of the IPP. To do so, it uses Equation 1 of the VAR model in its structural form, represented with the following p-order matrix notation of n variables:

$$X_t = A_0 + \sum_{i=1}^p A_i X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Where X_t is a vector of k variables, A_0 is a vector of independent terms, and $\sum_{i=1}^p A_i$ are coefficient matrices, and ε_t is the vector of uncorrelated and temporally random disturbances.

Based on this, the term X_t may be considered as a vector of variables encompassed by the following terms, which will be presented in the study:

- **IPCA:** Broad National Consumer Price Index (IPCA) - % monthly variation.

- **WTI:** Price per barrel of West Texas Intermediate crude, serving as a benchmark for the international price of different types of oil. In this case, it is valued at the Free on Board (FOB) price, excluding freight and insurance expenses.

- **Exchange Rate:** Free Exchange Rate in US Dollars, considering the monthly average selling rate.

- **Future IPCA:** Expected cumulative inflation for the next twelve months - % variation - average.

- **Monthly GDP:** Monthly GDP in Current Values (R\$ million), to be used for calculating the Output Gap.

- **Ibovespa:** São Paulo Stock Exchange Index (IBOVESPA) Index at monthly closing prices.

- **PPI:** Producer Price Index (PPI) - Oil and Alcohol Product Transformation Industry: index (December 2013 = 100).

- **IC-BR (Brazil Commodities Index):** Commodity prices in reais - Monthly average of daily index quotations.

- **Unemployment Rate - PNADC:** Percentage of unemployed persons compared to the labour force.

- **Production Indicator (2022=100):** Indicator of industrial production level, seasonally adjusted data.

- **Goods Exports:** Goods exports - merchandise in general - Balance of Payments - monthly - US\$ (millions).

- **Goods Imports:** Goods imports - merchandise in general - Balance of Payments - monthly - US\$ (millions).

- **Public Sector Financing Needs:** Public Sector Financing Needs without currency devaluation (% GDP) - Year-to-date flow - Primary result - Total - Consolidated public sector.

- **Credit Cost Indicator (ICC):** Average cost of credit operations comprising the loan, financing, and leasing portfolio of financial institutions within the National Financial System.

- **Average Interest Rate on Credit Operations - Total:** Average interest rate of new credit operations contracted in the reference period in the National Financial System.

- **Household Debt with the National Financial System as a percentage of the last twelve months' income (RNDBF):** Debt burden - Relationship between the expected debt service value with the National Financial System and the monthly income of households, in a quarterly moving average. Additionally, the Central Bank publishes seasonally adjusted debt burdens.

Some of the selected variables were derived from the study of commodity price supply shocks on inflation, as presented by Carrara and Barros (2020), along with variables used in the current monetary policy originally formulated by Bogdanski, Tombini, and Werlang (2000).

There are some differences between these studies concerning the variables chosen for this study model. The first difference is the inclusion of the WTI, PPI, and IC-BR variables, replacing the Commodity Research Bureau (CRB) price index, to generate more robustness by encompassing more variables that can impact inflation and measuring the primary oil barrel pricing indicator in the PPI.

The second difference relates to the aspect of labour productivity, where the Production Indicator was added in addition to the variable of the unemployment rate of the Brazilian population. The third difference involves the inclusion of indicators of goods import and export from Brazil, replacing the variable of the value in dollars of imports of goods from OECD countries. The fourth difference was the inclusion of more variables related to the financial sector, such as the ICC, interest rate on credit operations, and Household Debt, thus introducing more variables from this sector into the equation that represent possible effects on inflation rates. The fifth and final difference was the exclusion of the Special Settlement and Custody System (SELIC) rate and the deviation

measure of inflation expectations from the target, as expected inflation for the next twelve months and the Ibovespa Index were included.

3.2 Variables and Data Sources

Time series data were obtained from institutions such as the Institute of Applied Economic Research (IPEA), Yahoo Finance, and the Brazilian Central Bank, covering the period from January 2013 to December 2022, as described in Table 1.

The selected period was chosen due to the availability of a complete and reliable historical dataset for all relevant economic variables during this time for the model used. Additionally, this choice is justified by the fact that from January 2023, the government announced significant changes in the Petrobras pricing policy, resulting in a fundamental alteration in how the company's cost variations were addressed. This timeframe will thus allow a precise analysis of the economic conditions and implications of the previous pricing policy, as well as a clearer understanding of subsequent changes that will affect Brazil's economic context and inflation.

Table 1: Variables Used

Name	Description	Source
p	Broad National Consumer Price Index (IPCA) - % monthly variation	BACEN - Series 433
wti	West Texas Intermediate crude oil price per barrel (FOB)	Ipeadata
c	Free Exchange Rate in US Dollars (sale) - Monthly average	BACEN - Series 3698
pfut	Future IPCA - Expected cumulative inflation for the next 12 months - % variation - average	Ipeadata
pib	Monthly GDP in Current Values (R\$ millions)	BACEN - Series 4380
ibov	Ibovespa - Monthly Closing	Yahoo Finance
ipp	Producer Price Index (PPI) - Oil and Alcohol Product Transformation Industry: index (December 2013 = 100)	Ipeadata
icbr	Monthly average of daily quotations of the IC-Br index (Brazil Commodities Index)	BACEN - Series 29042
txd	Unemployment rate - Percentage of unemployed persons compared to the labour force	BACEN - Series 24369
prod	Indicator of industrial production level, seasonally adjusted data	BACEN - Series 28503
exp	Goods Exports - Balance of Payments - monthly - US\$ (millions)	BACEN - Series 22711
imp	Goods Imports - Balance of Payments - monthly - US\$ (millions)	BACEN - Series 22712
nsfp	NFSP without exchange rate devaluation (% GDP) - Cumulative flow for the year - Primary result - Total - Consolidated public sector	BACEN - Series 5507
icc	Average cost of credit operations included in the loan, financing, and leasing portfolio of financial institutions integrated into the National Financial System	BACEN - Series 25351
txcred	Average interest rate on new credit operations contracted in the reference period in the National Financial System	BACEN - Series 20714
endiv	Debt service commitment - Ratio between the expected payments for debt service with the National Financial System and the monthly income of families, in a quarterly moving average. Additionally, the Central Bank publishes seasonally adjusted income commitment	BACEN - Series 29037

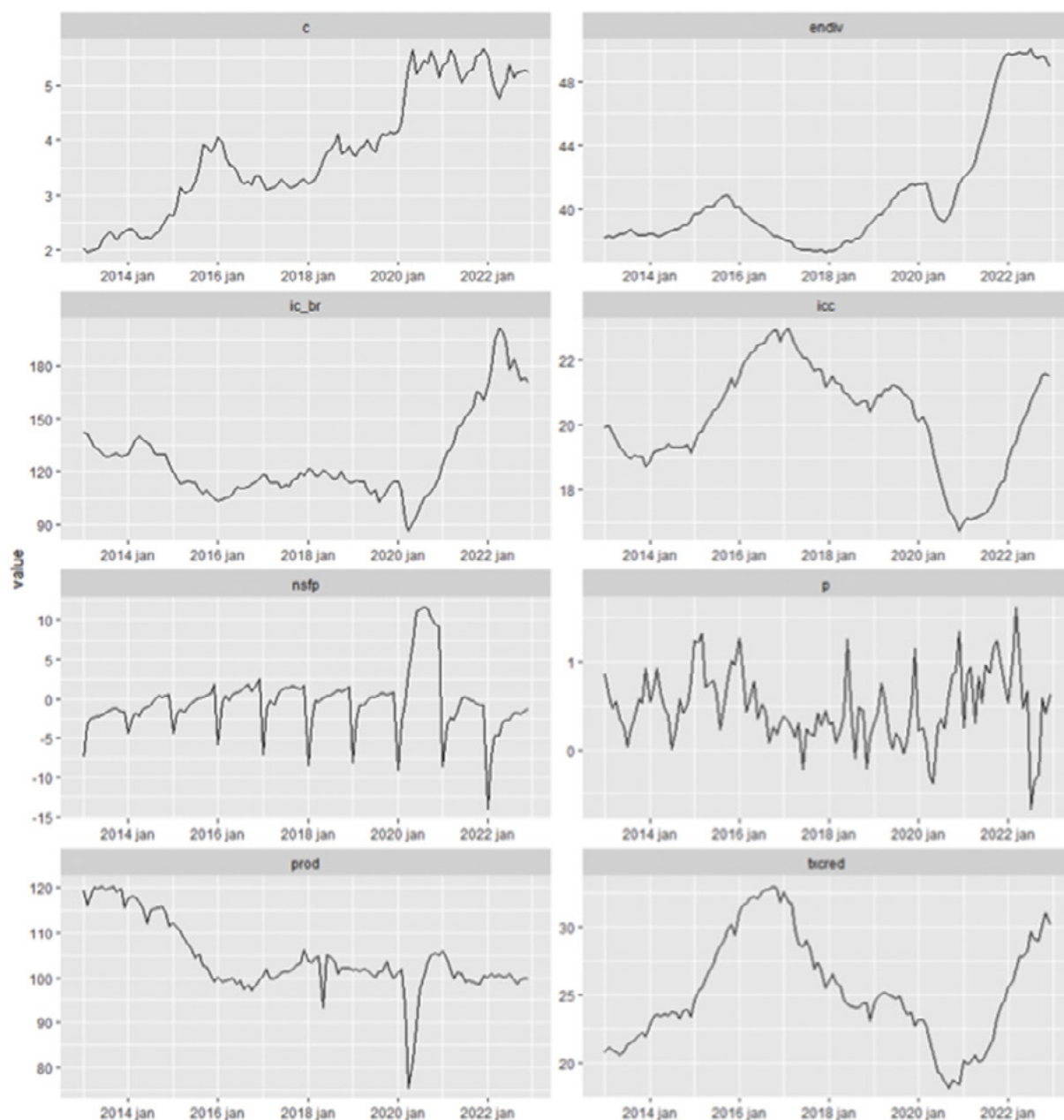
Source: Prepared by the author, using data from BACEN (2023), Ipeadata (2023), and Yahoo Finance (2023).

Continuing with the visualisation of the data presented above, we have the historical series of all the model variables for the selected period, in order to observe trends in each of them.

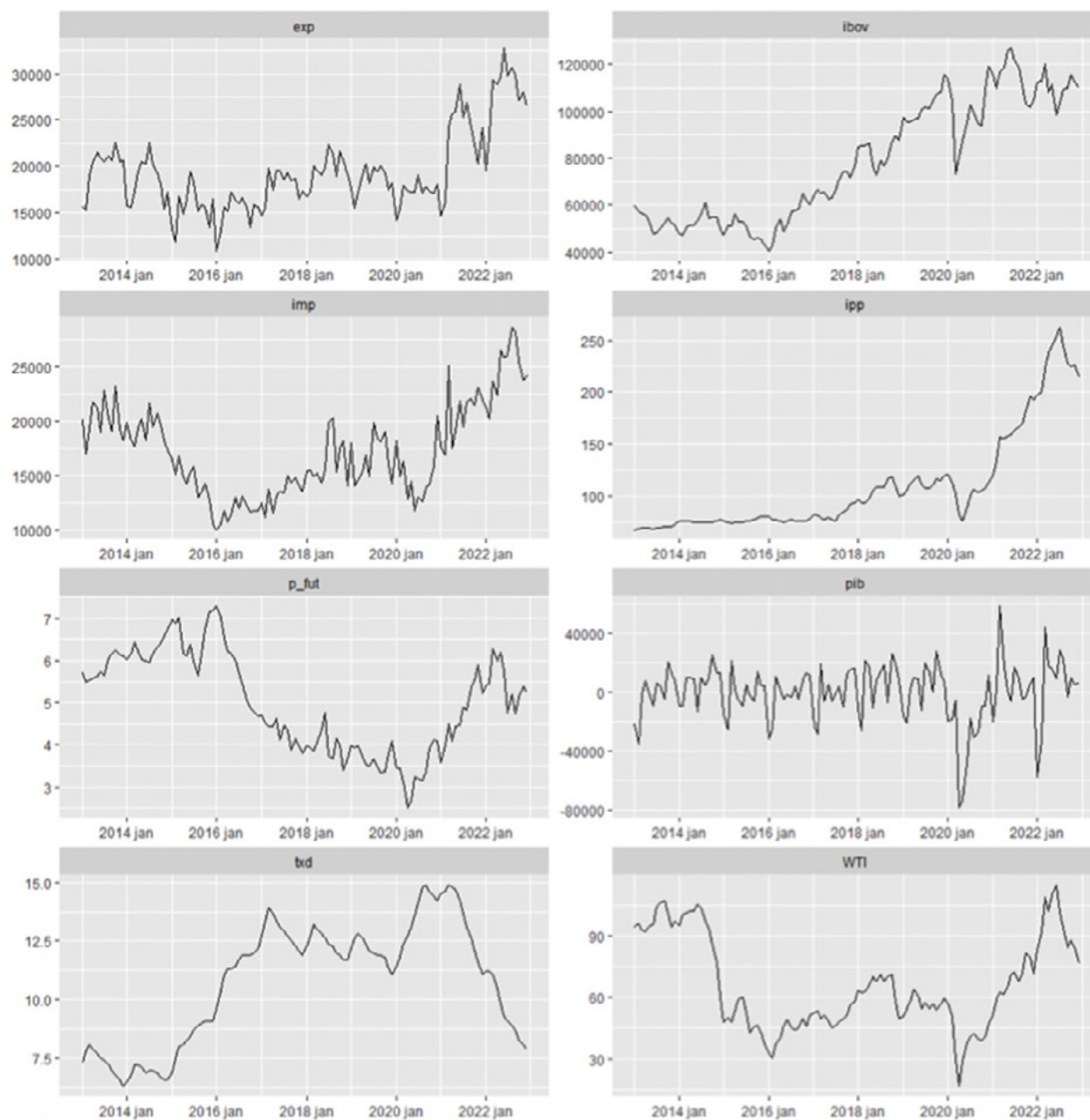
These graphical representations (Figure 1) of the time series for the variables offer a clearer contextualisation of

the economic analysis. They also underpin the findings of the VAR model, providing a broader understanding of the behaviour of these variables and their interactions over time, as well as atypical events or short-term spikes that may indicate moments of high volatility in oil prices, exchange rate variations, or changes in inflation rates

Figure 1: Time Series for Model Variables.



ARTICLE 3



Source: Prepared by the author

Descriptive statistics of the variables are presented in Table 2. This table provides a summarised view of their basic characteristics (Minimum, Maximum, Mean, Variance, and Standard Deviation). According to Medri (2011),

descriptive statistics aid in the perception, assessment, and quantification of variability in tables and graphs derived from datasets that synthesise values, seeking clearer and more comprehensive overviews of variations in variables.

Table 2: Descriptive Statistics

Variables	Min	Max	Mean	Variance	Standard Deviation
p	-0.68	1.62	0.49	0.16	0.41
wti	16.55	114.84	65.82	514.10	22.67
c	1.97	5.65	3.78	1.25	1.12
p _{flut}	2.50	7.29	4.99	1.39	1.18
pib	398,093.60	867,745.20	589,817.30	13,675,780,697	116,943.5
ibov	40,406.00	126,802.00	78,460.84	662,242,170.15	25,734.07
ipp	68.30	262.34	109.58	2,405.86	49.05
ic _{br}	86.43	201.43	126.50	571.03	23.90
txd	6.30	14.90	10.78	6.53	2.56
prod	75.40	120.40	104.24	61.22	7.82
exp	10,876.00	32,723.90	19,355.38	18,405,454.51	4,290.16
imp	10,010.90	28,618.90	17,185.27	17,694,276.95	4,206.46
nsfp	-14.09	11.63	-0.45	15.23	3.90
icc	16.73	22.98	20.18	2.57	1.60
txcred	18.15	32.99	25.26	15.71	3.96
endiv	37.25	50.09	40.78	14.44	3.80

Source: Prepared by the author

The correlation matrix for the variables is presented in Table 3, highlighting the preliminary linear relationships among them. These initial analyses enable a

preliminary understanding of the data structure and the identification of possible patterns that may influence the outcomes of the VAR model.

Table 3: Correlation Matrix

	p	WTI	c	p_fut	pib	ibov	ipp	ic_br	txd	prod	exp	imp	nsfp	icc	txcred	endiv
P	1,00	0,07	0,06	0,51	0,11	-0,02	0,07	0,20	-0,12	0,19	-0,09	0,01	-0,10	-0,34	-0,11	0,19
Wti	0,07	1,00	-0,28	0,38	0,31	0,01	0,34	0,75	-0,59	0,63	0,58	0,76	-0,42	-0,28	-0,22	0,30
C	0,06	-0,28	1,00	-0,43	-0,12	0,81	0,72	0,26	0,61	-0,71	0,40	0,20	0,21	-0,32	-0,12	0,70
p_{fut}	0,51	0,38	-0,43	1,00	0,18	-0,60	-0,10	0,31	-0,75	0,50	-0,04	0,14	-0,32	0,01	0,30	0,09
Pib	0,11	0,31	-0,12	0,18	1,00	0,06	0,20	0,27	-0,12	0,27	0,40	0,36	-0,03	0,06	0,13	0,09
Ibov	-0,02	0,01	0,81	-0,60	0,06	1,00	0,76	0,40	0,58	-0,47	0,55	0,42	0,02	-0,35	-0,31	0,64
Ipp	0,07	0,34	0,72	-0,10	0,20	0,76	1,00	0,80	0,16	-0,35	0,79	0,67	-0,21	-0,20	0,03	0,93
ic_{br}	0,20	0,75	0,26	0,31	0,27	0,40	0,80	1,00	-0,27	0,14	0,78	0,81	-0,43	-0,26	0,01	0,78
Txd	-0,12	-0,59	0,61	-0,75	-0,12	0,58	0,16	-0,27	1,00	-0,69	-0,02	-0,34	0,33	0,00	-0,06	0,01
Prod	0,19	0,63	-0,71	0,50	0,27	-0,47	-0,35	0,14	-0,69	1,00	-0,07	0,29	-0,26	-0,26	-0,31	-0,32
Exp	-0,09	0,58	0,40	-0,04	0,40	0,55	0,79	0,78	-0,02	-0,07	1,00	0,79	-0,10	-0,25	-0,11	0,69
Imp	0,01	0,76	0,20	0,14	0,36	0,42	0,67	0,81	-0,34	0,29	0,79	1,00	-0,33	-0,43	-0,30	0,65
Nsfp	-0,10	-0,42	0,21	-0,32	-0,03	0,02	-0,21	-0,43	0,33	-0,26	-0,10	-0,33	1,00	-0,12	-0,20	-0,24
Icc	-0,34	-0,28	-0,32	0,01	0,06	-0,35	-0,20	-0,26	0,00	-0,26	-0,25	-0,43	-0,12	1,00	0,86	-0,27
Txcred	-0,11	-0,22	-0,12	0,30	0,13	-0,31	0,03	0,01	-0,06	-0,31	-0,11	-0,30	-0,20	0,86	1,00	0,05
Endiv	0,19	0,30	0,70	0,09	0,09	0,64	0,93	0,78	0,01	-0,32	0,69	0,65	-0,24	-0,27	0,05	1,00

Source: Prepared by the author

3.3 Unit Root Testing Procedures

As conducted in the Stockl model (2017), the need to employ unit root tests to verify the stationarity of the presented series was observed. Unit root tests, namely ADF (Dickey; Fuller, 1981), PP (Phillips; Perron, 1988), and KPSS

(Kwiatkowski et al., 1992), were used. These tests were performed with both a constant and a trend. The determination of how many differences would be required was based on the convergence of results from more than two specified tests, as displayed in Table 4.

Table 4: Unit Root Tests

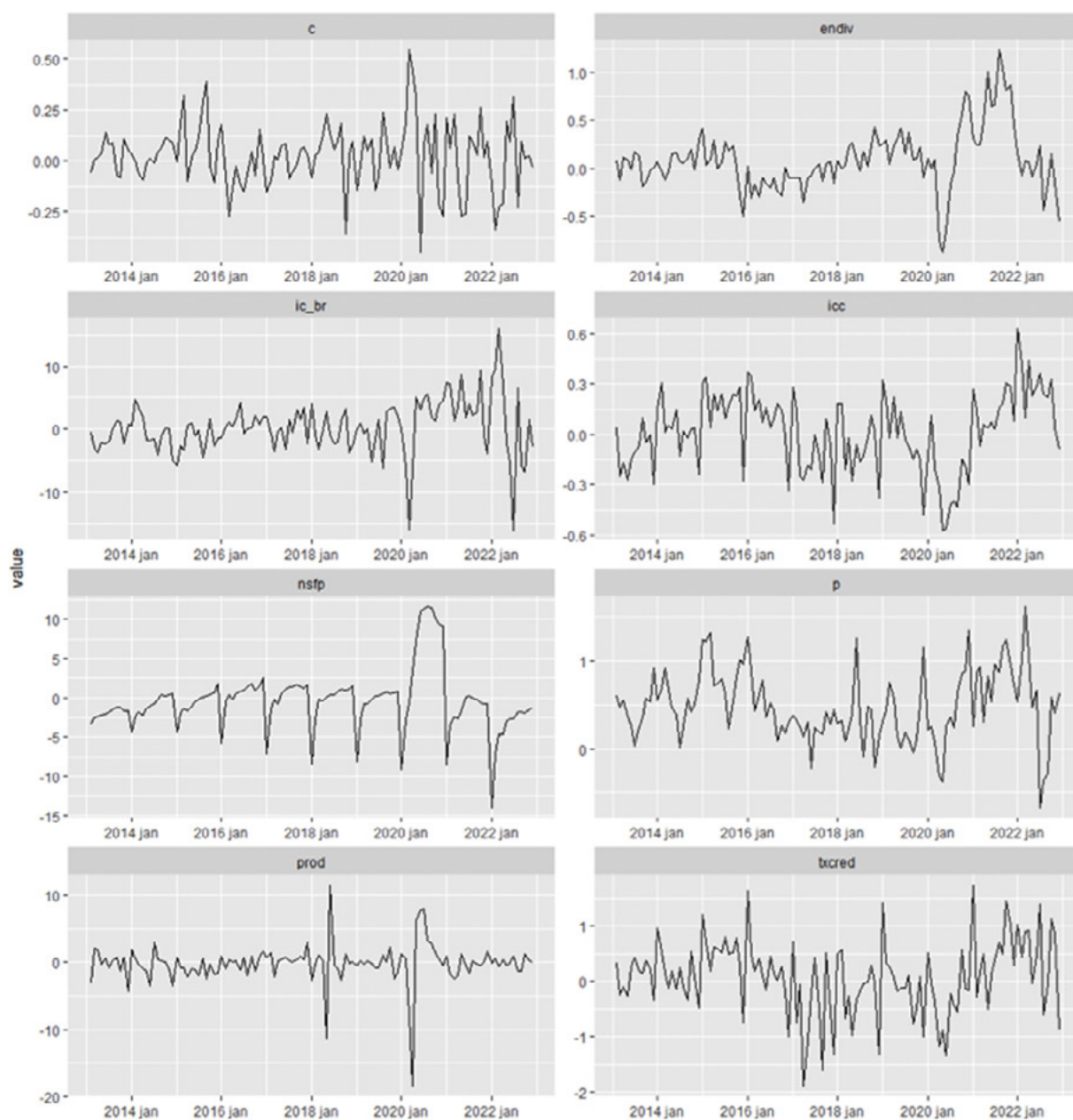
Variables	KPSS (Level)	ADF (level)	PP (Level)	KPSS (Trend)	ADF (Trend)	PP (Trend)	Selected Difference
P	0	0	0	1	0	0	0
Wti	1	1	1	1	1	1	1
C	1	1	1	1	1	1	1
P _{fiut}	1	1	1	1	1	1	1
Pib	0	0	0	0	0	0	0
Ibov	1	1	1	1	0	1	1
Ipp	1	1	1	1	1	1	1
ic _{br}	1	1	1	1	1	1	1
txd	2	1	1	2	1	1	1
prod	1	1	1	1	1	1	1
exp	1	1	1	1	1	1	1
imp	1	1	1	1	1	1	1
nsfp	0	0	0	1	0	0	0
icc	1	1	1	2	1	1	1
txcred	1	1	1	2	1	1	1
endiv	2	1	1	1	2	1	1

Source: Prepared by the author

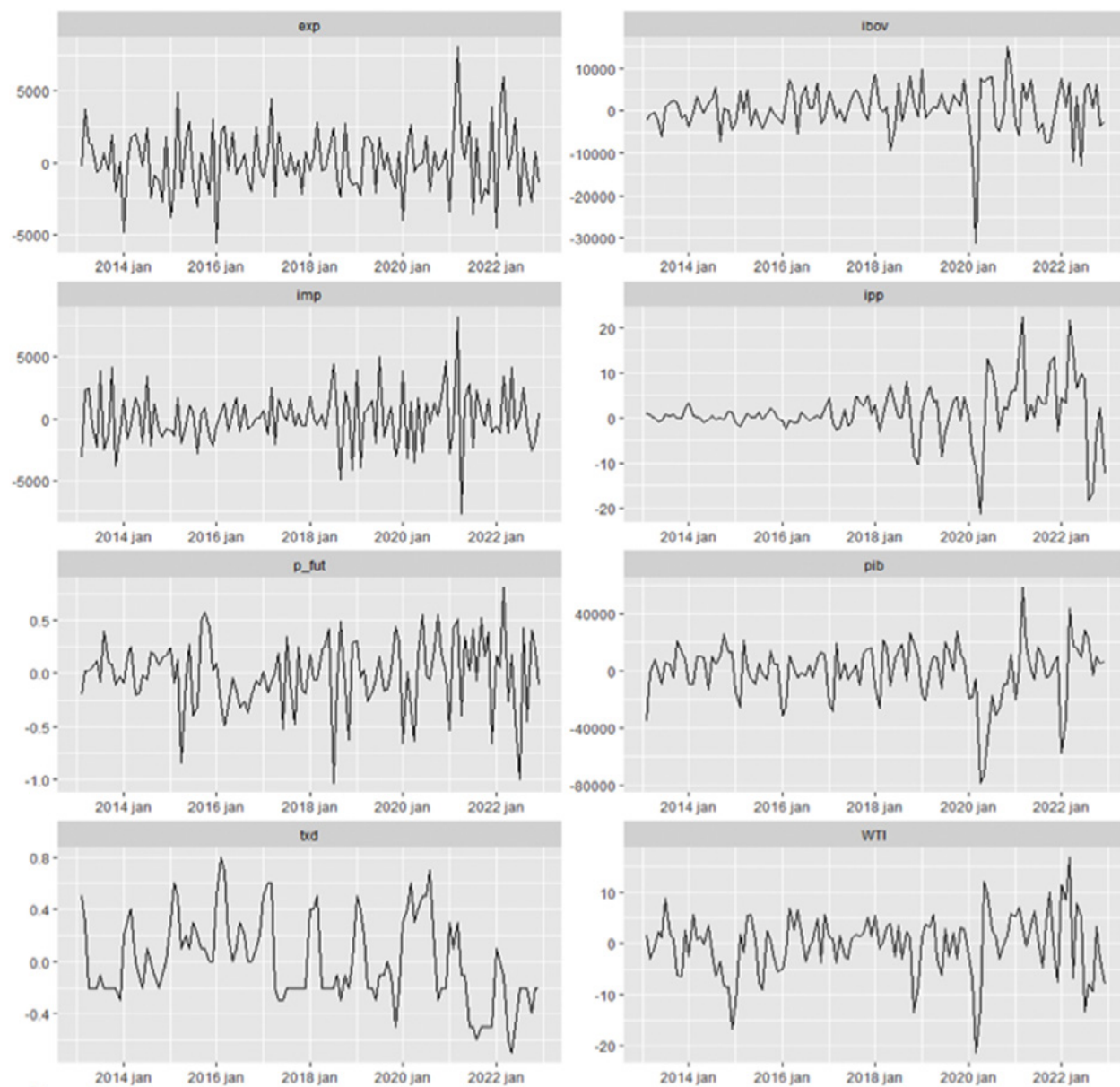
After conducting the unit root tests for each variable, as shown in the table above, most of the series were used in the first difference. For the visualisation

of each one, Figure 2 (below) was constructed with the new values according to the chosen lag.

Figure 2: Differenced Variables.



ARTICLE 3



Source: Prepared by the author

3.4 Lag Order Determination Procedures

In this part of the process, we divided the VAR model into two different periods – before and after the implementation of the PPI (Producer Price Index) – to assess the effect of variables related to crude prices on

Brazilian inflation. Following the unit root tests, an immediate problem is determining the number of lags in the VAR model. This is accomplished by following specific analysis criteria, namely Akaike (AIC), Hannan-Quinn (HQ), and Schwarz (SC), as determined based on Pfaff (2008).

Table 5: Lag Order Determination Tests of the Model

Models	AIC (n)	HQ (n)	SC (n)
VAR 1 (Pre-PPI)	2	2	2
VAR 2 (Post-PPI)	3	3	3

Source: Prepared by the author.

4. SUPPLY SHOCK RESULTS

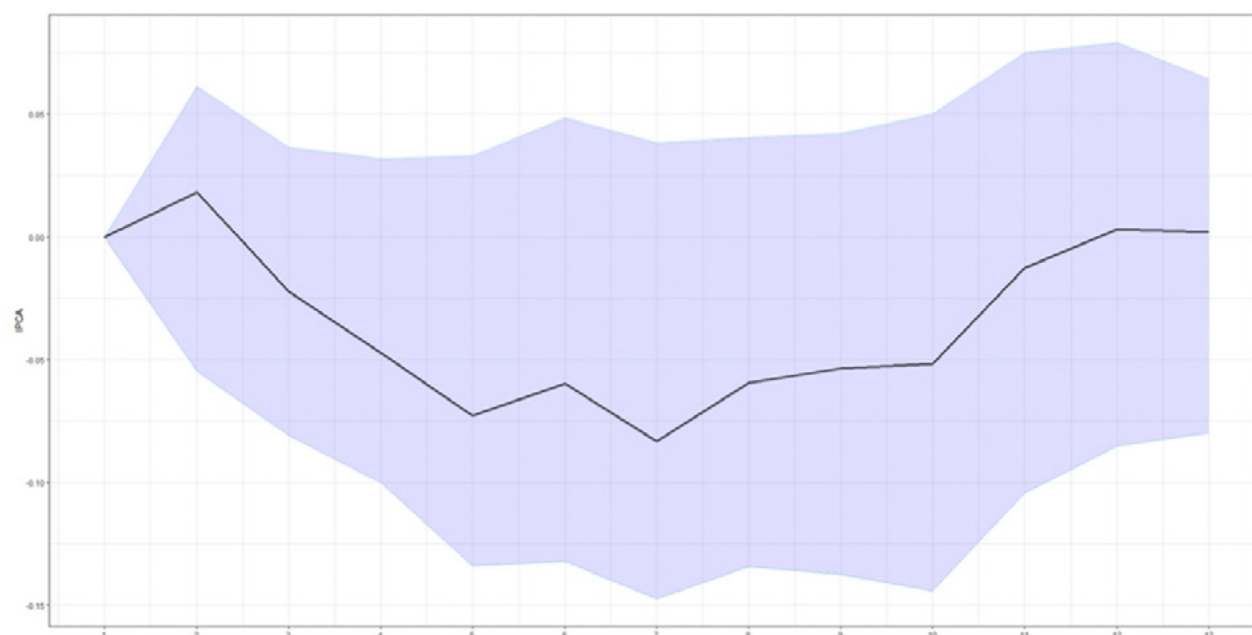
To achieve the objective proposed in this study, two supply shocks analyses are conducted in different periods. These shocks show how changes in the Petrobras pricing policy influenced inflation dynamics in Brazil.

Figure 3 presents the first VAR model for the period from January 2013 to August 2017, i.e., before the IPP. Initially, a drop of about -0.07% in inflation is noted, in response to variations in WTI

crude prices, gradually returning to normal levels after twelve months.

According to Ferreira (2019), Petrobras was called upon to rein in rising inflation rates from 2011 to 2014. This dynamic may be explained by government intervention in the Petrobras pricing policy during that period, controlling domestic fuel prices and thus minimising the pass-through of international fluctuations to Brazilian consumers.

Figure 3: VAR Model 1 (2013 – August 2017)



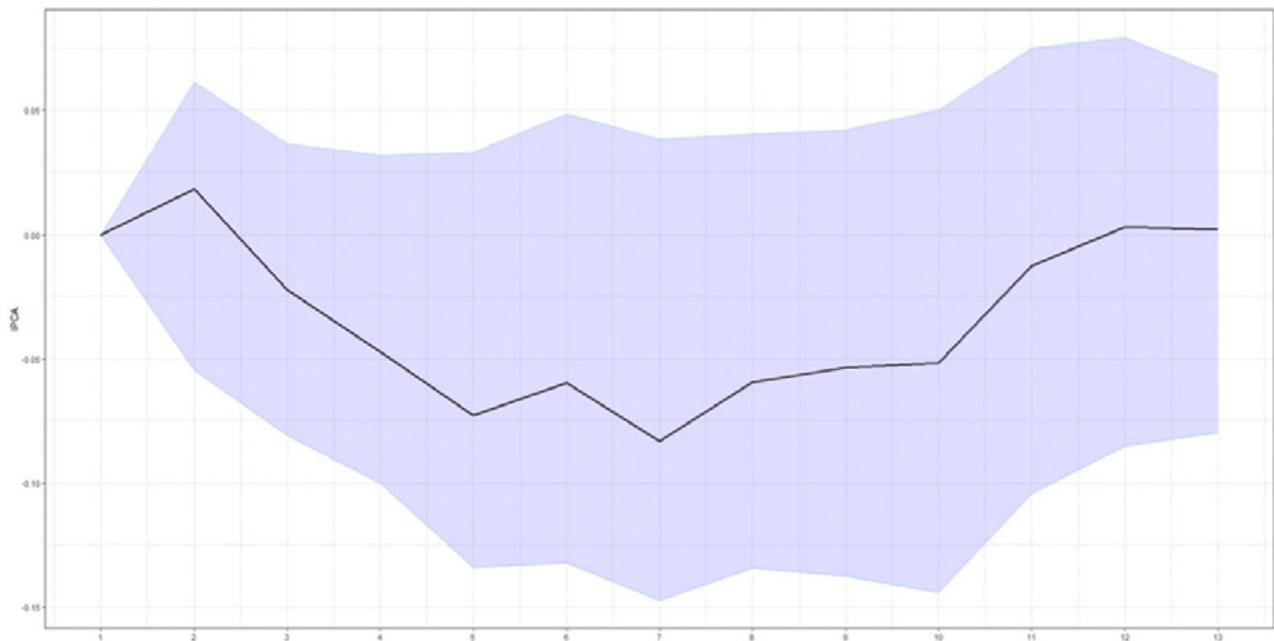
Source: Prepared by the author.

Figure 4 presents the second VAR model, covering the period from September 2017 to December 2022, after the adoption of the IPP pricing policy by Petrobras. In this case, an opposite effect is observed. This context shows a significant positive impact of about 0.10% on inflation related to WTI crude prices. This change may be explained by the new approach pursued by Petrobras, aligning domestic prices with global market fluctuations.

Consequently, fluctuations in crude prices were soon passed on faster and more directly to fuel prices in Brazil, thereby affecting inflation.

A similar study conducted by Nazareno (2021) for the period between 2002 and 2021 found that all variables showed asymmetric transfers to Brazilian inflation, with increases in oil prices and exchange rates being passed on more intensely.

Figure 4: VAR Model 2 (2017-09 until 2022)



Source: Prepared by the author.

These results suggest that the Petrobras pricing policy, along with the IPP pricing system, played a significant role in transferring variations in oil prices to Brazilian inflation. The adoption of the IPP heightened the sensitivity of domestic prices to international market supply shocks, leaving Brazil more susceptible to fluctuations in commodity prices, such as oil.

Looking at the period under analysis, other studies on the Petrobras pricing policy explore not only the period between 2017 and 2022. However, in works with longer time series, international prices and exchange rates are evidently the variables with the greatest impacts on inflation. According to Nazareno (2021), a more pronounced effect of international oil prices on inflation was expected, based

on economic literature. However, it was found that increases have stronger ripple effects than decreases, when considering the variance breakdown of forecast errors.

Analysing the cargo road transport industry, Ferreira (2019) points out that crises in this sector were deepened by the rising diesel prices and heavy capital investments in this sector during previous years, particularly lorry purchases. There are thus two trends in terms of supply and demand: i) freight rates drop with larger fleets; and ii) wider fluctuations and higher diesel prices boost transport costs and prune profit margins. To address this situation, the government proposed new intervention policies in the pricing system, causing productivity imbalances in the sector.

5. CONCLUSION

Through the VAR Model, this study attempts to determine the impacts of the Petrobras pricing policy changes on Brazilian inflation and its effects before and after its adoption. Using this methodology and referencing other academic works on this topic, this research project is planned for expansion into a model with more inflation-related variables, thus generating an impulse-response function correlated to the WTI and IPCA variables for the studied periods.

Evaluating the outcomes of abrupt changes in the VAR Model, it was expected that after the adoption of the IPP by Petrobras, the crude price per barrel would have longer-term impacts on inflation. Noting the abrupt changes in the model and different time intervals, there was a pre-adoption damper on inflation due to crude price variations, returning to normal levels after twelve months. After 2017, the opposite effect appeared, with an impact of almost 0.10% on inflation related crude prices per barrel, maintaining this effect over the subsequent months.

Faced by these challenges, Petrobras was forced to reassess its pricing policy. The 2023 change indicates the importance of a more comprehensive and flexible approach to defining fuel prices, with a view to economic stability and easing impacts on inflation, with a balanced approach for the cargo road transport sector.

The crucial lesson here is that Brazil's fuel pricing policy should be sensitive to complex interactions among economic, political, and geopolitical factors. The future of the Petrobras pricing policy should reflect these lessons learned, striving to balance price stability with protecting its corporate interests and upholding its ability to service the domestic market.

It is suggested that future studies could assess new variables within the VAR model and introduce a cost structure into the model, as tax subsidies were widely deployed to curb inflation during 2022.

6. BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, EDMAR LUIS FAGUNDES DE; OLIVEIRA, PATRICIA VARGAS DE; LOSEKANN, Luciano. Impactos da contenção dos preços de combustíveis no Brasil e opções de mecanismos de precificação. *Brazilian Journal of Political Economy*, v. 35, p. 531-556, 2015.

Banco Central do Brasil (BACEN). Relatório de Inflação, Brasília, jun. de 2010. 2010.

Banco Central do Brasil (BACEN) – Time Series Management System.
Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries>. Acessado em: 15 de novembro de 2023.

BOGDANSKI, J.; TOMBINI, A. A.; WERLANG, S. R. C. Implementing inflation targeting in Brazil. Brasília: Banco Central do Brasil, jul. de 2000. 29 pág. (Série de documentos do trabalho, nº 1).

CARRARA, Aniela Fagundes; BARROS, Geraldo Sant’Ana de Camargo. Choques de oferta e política monetária na economia brasileira: uma análise do impacto dos preços das commodities na inflação entre 2002 e 2014. *Nova Economia*, v. 29, p. 757-794, 2020.

DICKEY, David A.; FULLER, Wayne A. Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, p. 1057-1072, 1981.

DOS SANTOS, Marival Matos. A política de preços dos combustíveis no Brasil antes e depois da flexibilização do monopólio estatal do mercado de petróleo. 2021.

FERREIRA, Marcelo Dias Paes; VIEIRA FILHO, J. E. R. Política de preços dos combustíveis. Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira. Rio de Janeiro: Ipea, p. 207-226, 2019.

FURNO, Juliane; LEITE, Letícia Nunes Pereira. Na contramão da segurança energética: o refino e a política de preços da Petrobras sob os governos Temer e Bolsonaro. *Revista de Economia Política Internacional*, v. 21, nº 2, 2022.

HATANAKA, M. *Times-Series-Based Econometrics: unit roots and co-Integrations*. Nova York: Oxford University Press, 1996. 44 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2023. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acessado em: 15 de novembro de 2023.

IPEADATA. 2023. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/>. Acessado em: 15 de novembro de 2023.

KWIATKOWSKI, D.; PHILLIPS, P. C. B.; SCHMIDT, P.; SHIN, Y. Testing the null hypothesis of stationary against the alternative of a unit root. *Journal of Econometrics*, North-Holland, 54 (1-3): 159-178, 1992.

MEDRI, Waldir. *Análise exploratória de dados*. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2011.

SIMS, Christopher A. Macroeconomics and reality. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, p. 1-48, 1980.

STOCKL, Marcos; MOREIRA, Ricardo Ramalhet; GIUBERTI, Ana Carolina. O impacto das commodities sobre a dinâmica da inflação no Brasil e o papel amortecedor do câmbio: evidências para o CRB Índice e Índice de Commodities Brasil. *Nova Economia*, v. 27, p. 173-207, 2017.

PHILLIPS, Peter CB; PERRON, Pierre. Testing for a unit root in time series regression. *biometrika*, v. 75, nº 2, p. 335-346.

PFAFF, Bernhard. *Analysis of integrated and cointegrated time series with R*. Springer Science & Business Media, 2008.

NAZARENO, Maria Cristina de Meira. *Contribuição do preço internacional do petróleo e de variáveis macroeconômicas na inflação brasileira, 2002-2021*. 2023.

FERREIRA, Marcelo Dias Paes; VIEIRA FILHO, J. E. R. Política de preços dos combustíveis. *Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira*. Rio de Janeiro: Ipea, p. 207-226, 2019.

