



ECONOMIA APLICADA

BRAZILIAN JOURNAL OF APPLIED ECONOMICS

Vol. 26 – nº 4

Outubro – Dezembro 2022

ARTIGOS

A efetividade da educação superior a distância no Brasil: o caso das licenciaturas

Felipe César Marques, Marina Silva da Cunha

Occupation Mismatch in Brazilian Metropolitan Areas: comparing immigrants and natives

Luiz Carlos Day Gama, Ana Maria Hermeto, Philippe Scherrer Mendes

Determinantes das exportações de frutas da região Nordeste brasileira (2000 – 2018): uma análise sob a ótica do modelo gravitacional

Fernanda Cigainski Lisbinski, Daniel Arruda Coronel, Paulo Ricardo Feitel

Produção e uso setorial de tecnologia no Brasil

Paulo César Morceiro, Milene Simone Tessarin, Joaquim José Martins Guilhoto

Impacto inicial del COVID-19 en la situación económico-financiera de las familias de Santiago de Cali, Colombia

Nadja Simone M. Nery de Oliveira, Juan Byron Correa Fonnegra, Fabio Alberto Arias Arbeláez

ECONOMIA FEA-RP/USP



ECONOMIA APLICADA

Vol. 26 – nº 4 Outubro – Dezembro 2022

PAPERS

The effectiveness of distance higher education in Brazil: the case of licentiate degree courses

Felipe César Marques, Marina Silva da Cunha

Occupation Mismatch in Brazilian Metropolitan Areas: comparing immigrants and natives

Luiz Carlos Day Gama, Ana Maria Hermeto, Philippe Scherrer Mendes

Fruit exports determinants from the Brazilian Northeast region (2000 - 2018): an analysis from the gravity model's viewpoint

Fernanda Cigainski Lisbinski, Daniel Arruda Coronel, Paulo Ricardo Feitel

Production and sectoral use of technology in Brazil

Paulo César Morceiro, Milene Simone Tessarin, Joaquim José Martins Guilhoto

Initial impact of COVID-19 on the economic-financial situation of the families in Santiago de Cali, Colombia

Nadja Simone M. Nery de Oliveira, Juan Byron Correa Fonnegra, Fabio Alberto Arias Arbeláez

ISSN 1980-5330



9 771980 533000

APOIO:



ECONOMIA APLICADA

Vol. 26 – nº 4

Outubro – Dezembro 2022

Editor

Eliezer Martins Diniz

Editores Associados

Edson Zambon Monte
Fernando Antonio de Barros Júnior
Sergio Naruhiko Sakurai

Eliezer Martins Diniz
Reynaldo Fernandes

Conselho Editorial

Affonso Celso Pastore USP	Carlos Roberto Azzoni USP
Cássio E. Camargo Rolim UFPR	Cláudio Monteiro Considera UFF
Clélio Campolina Diniz CEDEPLAR	Denisard C. de Oliveira Alves USP
Eleuério F. S. Prado USP	Fernando de Holanda Barbosa FGV/RJ, UFF
Francisco Anuatti Neto USP/RP	Geoffrey J. D. Hewings University of Illinois
Geraldo Sant'ana de Camargo Barros ESALQ/USP	Gustavo Maia Gomes IPEA
José Marcelino da Costa NAEA/PA	José A. Scheinkman Princeton University
Lízia de Figueirêdo UFMG	Marcelo Portugal UFRGS
Maria José Willumsen Florida International University	Márcio Gomes Pinto Garcia PUC/ RJ
Mário Luiz Possas UFRJ	Paulo César Coutinho UnB
Paulo Nogueira Batista Júnior FGV/SP	Pedro Cesar Dutra Fonseca UFRGS
Pedro Luiz Valls Pereira FGV/SP	Pierre Perron Boston University
Ricardo R. Araújo Lima UnB	Roberto Smith UFCE
Rodolfo Hoffmann ESALQ/USP	Rogério Studart UFRJ
Russell E. Smith Washburn University	Sérgio Werlang FGV/RJ
Tomás Málaga FGV/SP	Victor Bulmer-Thomas University of London
Wilson Suzigan Unicamp	



A Revista ECONOMIA APLICADA é uma publicação trimestral do Departamento de Economia da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Os conceitos emitidos são de responsabilidade exclusiva do(s) autor(es). A simples remessa do trabalho implica que o(s) autor(es) concordam que, em caso de aceitação para publicação, a ECONOMIA APLICADA (BRAZILIAN JOURNAL OF APPLIED ECONOMICS) passa a ter os direitos autorais para a veiculação dos artigos, tanto em formato impresso como eletrônico a eles referentes, os quais se tornarão propriedade exclusiva da ECONOMIA APLICADA (BRAZILIAN JOURNAL OF APPLIED ECONOMICS). É permitida a reprodução total ou parcial dos artigos desta revista, desde que seja explicitamente citada a fonte completa. Esta revista na versão on-line possui vários indexadores, cuja lista atualizada encontra-se no site da revista no Portal Revistas USP.

Secretária: Juliana de Freitas Vitória

Capa: Christof Gunkel

Revisão linguísticas (Português e Inglês): Iulo Feliciano Afonso (Solution Translations Eireli — Epp)

Diagramação: Beatriz Porfírio Germin

Endereço

Revista Economia Aplicada, Departamento de Economia, FEA-PR/USP

Avenida do Bandeirantes, 3900, Ribeirão Preto, SP.

CEP 14040-905

Telefone: (0xx16) 3315-0407

email: revecap@usp.br

site: <https://www.revistas.usp.br/ecoa>

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção de Publicações e Divulgação do SBD/FEA/USP.

Economia Aplicada / Departamento de Economia, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo – v.1, n.1 (1997–). – Ribeirão Preto, SP: FEA-RP, 1997–

Trimestral

Publicado anteriormente sob responsabilidade de FEA/USP, FIPE e FEA-RP

ISSN 1980-5330

1. Economia I. Universidade de São Paulo. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto. Departamento de Economia.

CDD 22.ed – 330.

ECONOMIA APLICADA

Vol. 26 – nº 4

Outubro – Dezembro 2022

ARTIGOS

- 411 **A efetividade da educação superior a distância no Brasil: o caso das licenciaturas**
Felipe César Marques , Marina Silva da Cunha
- 461 **Occupation Mismatch in Brazilian Metropolitan Areas: comparing immigrants and natives**
Luiz Carlos Day Gama , Ana Maria Hermeto , Philippe Scherrer Mendes
- 483 **Determinantes das exportações de frutas da região Nordeste brasileira (2000 – 2018): uma análise sob a ótica do modelo gravitacional**
Fernanda Cigainski Lisbinski , Daniel Arruda Coronel , Paulo Ricardo Feitel
- 517 **Produção e uso setorial de tecnologia no Brasil**
Paulo César Morceiro , Milene Simone Tessarin , Joaquim José Martins Guilhoto
- 551 **Impacto inicial del COVID-19 en la situación económico-financiera de las familias de Santiago de Cali, Colombia**
Nadja Simone M. Nery de Oliveira , Juan Byron Correa Fonnegra , Fabio Alberto Arias Arbeláez

A EFETIVIDADE DA EDUCAÇÃO SUPERIOR A DISTÂNCIA NO BRASIL: O CASO DAS LICENCIATURAS

FELIPE CÉSAR MARQUES*
MARINA SILVA DA CUNHA†

Resumo

A pesquisa analisa a efetividade dos cursos de licenciatura na modalidade de educação a distância e do Sistema Universidade Aberta do Brasil, adotando como variável de resultado o desempenho dos alunos no Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes de 2017. Para viabilizar a criação dos resultados contrafactuais, são utilizadas diferentes técnicas baseadas nos escores de propensão. Os resultados da pesquisa variam, essencialmente, entre impactos negativos ou nulos, a depender do curso em consideração. No entanto, a maior parte dos alunos da educação a distância está concentrada em cursos cujo desempenho é inferior ao do ensino presencial, especialmente em Pedagogia.

Palavras-chave: educação a distância; avaliações de impacto; escores de propensão.

Abstract

The study analyzes the effectiveness of Brazilian's licentiate degree distance education courses and the Sistema Universidade Aberta do Brasil, considering the scores of the students on the 2017 Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes test as the outcome variable. Several propensity score based techniques are used to create the counterfactuals. The results of the research vary, essentially, between null and negatives impacts for distance education, depending on the course under consideration. However, most distance education students are enrolled in courses whose results are worse than those of traditional education, especially in Pedagogy.

Keywords: distance education; impact evaluation; propensity scores.

JEL classification: C21, I23, I28

DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/1980-5330/ea178161>

* Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). E-mail: felipe.marques@udesc.br

† Universidade Estadual de Maringá (UEM). E-mail: mscunha@uem.br

1 Introdução

Uma característica marcante observada no ensino superior brasileiro no início do século XXI é a rápida expansão da modalidade de educação a distância (EAD). De acordo com as Sinopses Estatísticas da Educação Superior, divulgadas pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP (2019), em 2002 foram realizadas 40.714 matrículas na modalidade a distância, representando somente 1,16% do total de matrículas no ensino superior naquele ano. Em 2018, o número de matrículas no EAD ultrapassou a marca de dois milhões, alcançando 24,34% do total das matrículas, evidenciando assim a importância assumida pela modalidade no ensino superior, tanto em termos absolutos quanto em termos relativos. Além disso, pela primeira vez em 2018, o número de vagas ofertadas na modalidade a distância supera a oferta da modalidade presencial.

Dois fatos principais explicam este fenômeno: a revolução das tecnologias de informação e comunicação (TICs) e a sua difusão a partir da década de 1990, e o reconhecimento formal do EAD no marco legal brasileiro, por meio na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996 (BRASIL, 1996). Em conjunto, estes fatores criaram fortes condições para o impulso efetivo do EAD no país (KIPNIS, 2009).

Apesar do predomínio das instituições de ensino superior (IES) privadas neste âmbito, que em 2018 foram responsáveis por mais de 90% das matrículas no país (INEP, 2019), é preciso citar também a iniciativa do Sistema Universidade Aberta do Brasil (UAB). Instituída a partir do decreto nº 5.800 de 2006, o Sistema UAB estabeleceu, dentre outros objetivos, ampliar o acesso à educação superior pública e reduzir as desigualdades de oferta de ensino superior entre as diferentes regiões do país, oferecendo, prioritariamente, cursos de licenciatura e de formação inicial e continuada de professores da educação básica (BRASIL, 2006).

Contrário ao que o nome sugere, o Sistema UAB não propõe a criação de uma nova Universidade. Como explica Mill (2012), esse Sistema é composto por uma articulação entre as IES públicas já estabelecidas, os estados e municípios e o Ministério da Educação (MEC). Enquanto as IES participantes são responsáveis pela oferta dos cursos em EAD, cabem aos estados e municípios a implantação e manutenção dos polos de apoio presencial, ficando o MEC responsável pela regulamentação e financiamento do Sistema.

A potencialidade da disseminação do EAD é evidenciada por Litto (2014). Segundo o autor, a educação a distância representa a forma mais eficiente para o país recuperar o atraso educacional frente aos países desenvolvidos, e, com isso, consolidar-se como um país de destaque na economia global. Com a expansão da modalidade, seria possível também reduzir as desigualdades de acesso ao ensino superior no Brasil e alcançar a democratização do conhecimento (MOTA, 2009; MILL, 2012).

Não obstante este prognóstico promissor, trabalhos científicos que atestem a efetividade dos cursos superiores ofertados em EAD no país são ainda escassos. A pesquisa brasileira na educação a distância é focada principalmente em aspectos qualitativos, descritivos e estudos de caso, carecendo de estudos com recortes estatísticos mais robustos sobre a efetividade dos cursos, que possam justificar os investimentos na área no âmbito das políticas públicas (MARTINS; ZERBINI, 2014; ALONSO; SILVA, 2018). Para Litto (2012), a insuficiência de pesquisas brasileiras com abordagens quantitativas ou experimentais para

mensurar os efeitos do processo de ensino-aprendizagem a distância é um dos fatores que contribuem para o preconceito ainda existente no país com relação ao EAD.

Mesmo na literatura internacional, na qual este tipo de pesquisa já se encontra consolidada, os resultados ainda se mostram inconclusivos, demandando-se novos estudos rigorosos a respeito do tema (LACK, 2013; NGUYEN, 2015; MEANS *et al.*, 2013).

Os trabalhos encontrados que se propõem a comparar a efetividade da educação a distância e o ensino superior tradicional no Brasil apresentaram sempre, ao menos uma das seguintes deficiências: (i) ausência de controles estatísticos adequados, com comparações feitas a partir de diferenças simples de médias; (ii) desconsideração do problema de seleção inerente à escolha do aluno quanto à modalidade de ensino; e (iii) pequena escala de pesquisa, envolvendo poucos participantes e, portanto, inviabilizando a validação externa dos resultados. Portanto, o presente estudo busca preencher esta lacuna existente na literatura, avaliando os cursos de licenciatura na modalidade a distância a partir do resultado dos alunos destes cursos no Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (Enade) de 2017.

Para tanto, utilizam-se diferentes métodos baseados nos escores de propensão, apontados como a melhor solução disponível para lidar com o controle das características dos estudantes e o viés de autoseleção nesse cenário, considerando a impossibilidade da elaboração de um experimento puramente aleatório, as limitações dos dados de corte transversal e a ausência de variáveis instrumentais adequadas (SHEA; BIDJERANO, 2014; DESCHACHT; GOEMAN, 2015).

A escolha dos cursos analisados neste estudo se deve à prioridade adotada pelo Sistema UAB em ofertar cursos de licenciatura. Portanto, ao avaliar a efetividade destes cursos, pode-se avaliar também a efetividade e a viabilidade dos planos de política pública para o setor, especialmente levando em conta a estratégia 12.2 constante no Plano Nacional de Educação 2014-2024 (BRASIL, 2014, não paginado): “ampliar a oferta de vagas, por meio da expansão e interiorização da rede federal de educação superior (...) do sistema Universidade Aberta do Brasil”.

Desta forma, este estudo contribui com a literatura a partir de duas evidências a respeito do EAD. Inicialmente, adotando a amostra completa dos alunos dos cursos de licenciatura participantes no Enade 2017, avaliam-se os impactos da modalidade a distância no desempenho dos alunos. Posteriormente, de modo complementar, a análise é desagregada, considerando somente os dados de alunos provenientes das IES públicas, avaliando assim a efetividade do Sistema UAB em ofertar educação superior a distância gratuita de qualidade. Adicionalmente, o estudo investiga ainda a existência de eventuais resultados heterogêneos relativos ao curso de Pedagogia, devido à sua grande diversidade amostral e seu papel como principal curso formador de professores no país.

Para a consecução de seus objetivos, este estudo divide-se em mais quatro seções, além desta introdução. Na segunda seção do trabalho aborda-se a revisão de literatura nacional e internacional em EAD, sintetizando seus principais resultados e limitações. A terceira seção apresenta os aspectos essenciais das hipóteses necessárias para lidar com o viés de seleção, o método proposto por Ichino, Mealli e Nannicini (2008) para testar a sensibilidade dos resultados diante de eventuais desvios dessas hipóteses e o tratamento realizado nos microdados do Enade 2017. A quarta seção apresenta os resultados e discus-

sões da pesquisa, bem como a aplicação do teste de sensibilidade proposto. Finalmente, a quinta seção contém as considerações finais do estudo.

2 As tecnologias de informação e comunicação na educação

No cenário internacional, a literatura que busca avaliar o sucesso da introdução de diferentes formas de TICs na educação é bastante extensa. Em geral, os resultados iniciais destas pesquisas variam entre a inexistência de diferenças significativas de aprendizagem em relação aos diferentes métodos de ensino e uma pequena diferença em favor da incorporação das TICs.

Em um influente trabalho, Russell (1999) compila 355 estudos sobre o assunto, datados desde 1928, considerando diferentes níveis educacionais, cujo principal resultado encontrado, na maior parte destes estudos, é a ausência de diferenças significativas entre as modalidades de ensino, dando início ao que é conhecido na literatura como “*no significant difference phenomenon*”, que culminou com a publicação de um endereço eletrônico (<http://www.nosignificantdifference.org>) dedicado à compilação de trabalhos que abordam o fenômeno, e que chegam, em sua maioria, aos mesmos resultados.

Tamim *et al.* (2011) buscam avaliar os impactos da tecnologia no aprendizado. A partir de uma meta-análise de segunda ordem, incorporando 25 estudos de meta-análise que totalizam 1.055 estudos primários, os autores encontram um pequeno (porém significativo) efeito positivo no uso da tecnologia comparado ao ensino tradicional. Resultado semelhante é encontrado na meta-análise de Allen *et al.* (2004), concentrada no ensino a distância.

Estes resultados, no entanto, não são livres de críticas. Embora as pesquisas indiquem que o ensino a distância e outras formas de tecnologias educacionais sejam, no mínimo, tão eficazes quanto o ensino tradicional, vários outros estudos apontam também que as metodologias de pesquisa utilizadas são, na maioria das vezes, questionáveis, devido à ausência de estudos experimentais ou quase experimentais que levem em conta os fatores pessoais e a autoseleção dos alunos (ZAWACKI-RICHTER; BÄCKER; VOGT, 2009; PHIPPS; MERISOTIS, 1999; BERNARD *et al.*, 2004; ZHAO *et al.*, 2005).

Assim, os resultados de trabalhos mais recentes, que empregam metodologias rigorosas, são divergentes. De acordo com os próprios autores, o primeiro trabalho a levar em conta as críticas levantadas é o elaborado por Antine e Skidmore (2005). Utilizando um modelo de *switching regression* para lidar com o problema da endogeneidade, os autores concluem que os alunos presenciais de um MBA em economia apresentaram desempenho substancialmente superior em relação a seus colegas matriculados na modalidade online, contestando assim os resultados encontrados até então.

Empregando a mesma metodologia, Coates *et al.* (2004) avaliam os alunos matriculados na disciplina online de princípios de economia para a graduação. Novamente, os resultados mostram um melhor desempenho entre os alunos presenciais. Em uma nova avaliação da disciplina de introdução à economia, e empregando uma metodologia semelhante, Gratton-Lavoie e Stanley (2009) chegam a resultados equivalentes quanto ao desempenho superior de alunos presenciais. Com propostas e metodologias semelhantes, Harmon e Lambrinos (2006), no entanto, mostram que o resultado final dos alunos na modalidade online na disciplina de princípios de macroeconomia foi estatisticamente superior.

Em uma série de trabalhos, Xu e Jaggars avaliam os efeitos do ensino online nas *community colleges* norte-americanas. A partir das técnicas de pareamento por escore de propensão, variáveis instrumentais e painel de dados com efeitos fixos, os estudos mostram efeitos negativos para a educação a distância, tanto em termos de desempenho acadêmico, quanto em probabilidade de conclusão de curso (XU; JAGGARS, 2011, 2013, 2014).

Contrariamente, utilizando métodos de escores de propensão, Shea e Bidjerano (2014), concluem que os alunos das *community colleges* que se matricularam em disciplinas a distância possuem maior probabilidade de conclusão de curso. Harmon e Lambrinos (2012), por sua vez, não encontram diferenças estatisticamente significativas de desempenho na disciplina de princípios de economia lecionado no MBA entre alunos das modalidades online e híbrida, com base em um modelo de dados em painel. Finalmente, Deschacht e Goeman (2015), empregando o método de diferenças em diferenças, concluem que alunos matriculados na modalidade híbrida apresentam melhores resultados acadêmicos que seus colegas da modalidade presencial em uma universidade belga, embora também sejam mais propensos a não concluírem o curso.

Devido às dificuldades envolvidas, poucos estudos empregaram uma metodologia com designação puramente aleatória. Segundo Figlio, Rush e Yin (2013), seu trabalho representa a primeira evidência experimental dos efeitos da educação mediada via internet, na qual os alunos participantes foram aleatoriamente designados às aulas presenciais e online na disciplina introdutória de microeconomia em uma grande universidade norte-americana. Os resultados encontrados mostram um efeito negativo modesto para os alunos tratados, especialmente entre homens, hispânicos e estudantes de menor rendimento acadêmico. Em um segundo estudo cuja modalidade de ensino foi designada aleatoriamente entre as modalidades presencial e híbrida para a disciplina de introdução à estatística, não foram detectadas diferenças estatisticamente significativas de resultado entre os grupos (BOWEN *et al.*, 2014).

Na literatura nacional, esta área de pesquisa ainda é incipiente. De acordo com Martins e Zerbini (2014, p. 276), as pesquisas brasileiras em EAD são "(...) em sua maioria, estudos de caso, qualitativas e descritivas, e abordam experiências variadas de cursos oferecidos online, interessando mais as especificidades do que as generalizações", concluindo pela necessidade de pesquisas quantitativas na área de avaliação do ensino a distância.

Entre as pesquisas existentes, uma grande parcela dedica-se à análise dos cursos de Ciências Contábeis. Ainda assim, os resultados são heterogêneos: Caetano *et al.* (2015) e Klug *et al.* (2018), avaliando, respectivamente, os resultados dos cursos de Ciências Contábeis no Enade de 2009 e 2015, concluem que os cursos presenciais apresentam melhor rendimento. Por sua vez, Batista *et al.* (2014), com enfoque nos cursos nordestinos nos exames de 2009 e 2012 e Lima *et al.* (2016), avaliando os cursos fluminenses a partir do exame de 2012, apontam para o melhor resultado dos cursos EAD.

Demais pesquisas focadas em outras áreas do conhecimento também apontam para a superioridade do ensino superior a distância frente ao tradicional, como é o caso de Boccia (2014), avaliando duas turmas de pedagogia em uma mesma instituição, Feijó (2010), que analisa duas turmas da disciplina Administração dos Serviços de Enfermagem, e Silva e Rocha (2012), que, ao avaliarem as turmas presencial e EAD do curso de Administração em diferentes campus da Universidade Estadual do Maranhão, afirmam que as turmas a

distância mostram desempenho de 4% a 72% mais elevado no Enade.

Por outro lado, também é possível encontrar pesquisas brasileiras que defendem a equivalência entre as modalidades de ensino, como por exemplo, [Figueiredo et al. \(2017\)](#), que não encontram diferenças significativas de desempenho ao avaliar os diferentes cursos do Enade 2014. [Fajardo e Almeida \(2017\)](#) chegam a conclusões semelhantes, tendo como base os cursos de Administração no Enade 2015. [Sales \(2016\)](#) acompanhou as turmas de graduação em Letras/Inglês da Universidade Federal do Ceará por dois anos e concluiu que inexistem diferenças significativas de desenvolvimento em produção oral.

Um contraponto é ainda apresentado por [Oliveira e Piconez \(2017\)](#). Ao analisar o Conceito Preliminar de Cursos, os autores encontram um padrão em vários cursos ofertados na modalidade a distância: manter o conceito mínimo de qualidade para que não sofram intervenção externa por parte dos órgãos reguladores.

No entanto, as críticas levantadas anteriormente a respeito da fragilidade metodológica dos trabalhos internacionais também são aplicáveis nestes casos. Todos os trabalhos nacionais citados anteriormente baseiam-se exclusivamente em comparações estatísticas a partir de médias, sem o necessário controle de covariadas, ou utilizam modelos de mínimos quadrados ordinários, empregando variáveis de controle insuficientes, na maioria das vezes desconsiderando completamente o viés de seleção. Desta forma, os resultados elencados tornam-se questionáveis.

Os maiores destaques da literatura nacional, portanto, são aqueles estudos que mais se aproximam da pesquisa experimental. [Gossenheimer et al. \(2017\)](#) trabalharam com duas turmas de graduação no curso de farmácia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Ambas as turmas, de forma intercalada, realizaram um módulo da disciplina de atenção farmacêutica presencial e outro módulo a distância. Ao final do estudo, os autores concluem que as turmas apresentaram melhor desempenho na modalidade a distância.

Também na UFRGS, [Nascimento, Czykiel e Figueiró \(2013\)](#) ofertaram turmas presenciais e a distância para a disciplina de Gestão Socioambiental na Empresa sem informar antes da matrícula a diferença entre elas. Os autores concluíram que não houve diferenças entre as turmas em termos de participação, tarefas em grupo, desempenho na prova e no conceito final.

Por fim, [Souza et al. \(2017\)](#) selecionaram aleatoriamente alunos participantes da especialização em saúde da família ofertado pela Universidade Aberta do SUS nas modalidades presencial e a distância. A conclusão dos autores foi que os alunos de ambas as modalidades apresentaram resultados semelhantes tanto em desempenho acadêmico quanto em percepção de aprendizagem ao final do curso.

Apesar de metodologicamente rigorosos, os estudos de caráter experimental sofrem com o baixo número de participantes e com o contexto específico em que as pesquisas estão inseridas. Dentre estes, o estudo que conta com a maior amostragem possui apenas 82 participantes ([GOSSENHEIMER et al., 2017](#)). Desta forma, fica evidente a necessidade de novas pesquisas na área que consigam ser, simultaneamente, expressivas em termos de amostragem e mais rigorosas quanto à metodologia empregada.

3 Métodos

3.1 Lidando com o viés de seleção

O EAD no Brasil, de acordo com Litto (2014), representa uma importante forma de inclusão de cidadãos em programas de educação formal que, de outra forma, ficariam excluídos do ensino superior, como, por exemplo, os moradores do interior do país. Assim, considerando a existência de um público alvo definido, o parâmetro de interesse da pesquisa é o efeito médio de tratamento sobre os tratados (ATT – *Average Treatment Effect on the Treated*). Para se identificar corretamente o ATT, contornando o problema do viés de seleção, duas hipóteses costumam ser consideradas (PINTO, 2017; CERULLI, 2015; KHANDKER; KOOLWAL; SAMAD, 2009):

- (i) Seleção por observáveis, ou independência condicional: $Y^0 \perp D | X$.
- (ii) Suporte comum, ou sobreposição: $\mathbb{P}(D = 1 | X) < 1$.

A hipótese da independência condicional pressupõe que o conjunto X de características observáveis não afetadas pelo tratamento contém todas as informações que podem influenciar o resultado dos indivíduos ao decidirem cursar o EAD. Dessa forma, ao se controlar essas variáveis, o resultado potencial Y^0 torna-se independente da variável de tratamento D . A hipótese implica, portanto, que os resultados dos indivíduos no grupo de controle representam bons contrafactuais para os indivíduos no grupo de tratamento que compartilham das mesmas características X (PINTO, 2017).

Esta é uma hipótese forte, pois requer que a decisão de participação no programa dependa inteiramente de características observáveis. Ela não é diretamente testável, e sua plausibilidade necessita ser justificada por meio das características do programa analisado e da riqueza dos dados disponíveis ao pesquisador (KHANDKER; KOOLWAL; SAMAD, 2009; CALIENDO; KOPEINIG, 2008).

Já a hipótese de sobreposição afirma que inexistem um conjunto de características X tal que a participação no EAD seja definida com absoluta certeza. Isto é, existem tanto indivíduos tratados quanto não tratados que podem ser caracterizados pelos valores assumidos em X (CERULLI, 2015). Esta hipótese garante que todos os indivíduos do grupo de tratamento possuam características que possam ser comparáveis às características dos indivíduos do grupo de controle (HECKMAN; LALONDE; SMITH, 1999).

Caso ambas as hipóteses sejam válidas, Rosenbaum e Rubin (1983) mostram que é possível comparar indivíduos tratados e não tratados a partir de suas probabilidades de receber tratamento, dado o conjunto de suas características, também conhecido como escore de propensão. No contexto desse estudo, isso equivale a estimar a probabilidade de um determinado aluno frequentar o EAD, com base em suas características pessoais.

Após estimar o escore de propensão dos indivíduos, é possível então criar o contrafactual desejado dos resultados. A principal estratégia explorada na pesquisa para este fim é o pareamento por escores de propensão (PSM – *propensity score matching*), com algoritmos de 1, 2 e 3 vizinhos, *Radius matching*, com raio de 0,01 e *Kernel matching*. Adota-se ainda o algoritmo de reponderação pelo inverso da probabilidade (IPW – *inverse probability weighting*) e a sua combinação com modelos de regressão linear (IPWRA – *inverse probability weighted regression adjustment*).

3.2 Teste de sensibilidade

A hipótese da independência condicional, embora essencial para a identificação do ATT, não pode ser diretamente comprovada, e sua utilização deve ser devidamente justificada. Apesar desta limitação, [Ichino, Mealli e Nannicini \(2008\)](#) propõem um método para testar a sensibilidade dos resultados encontrados em relação a eventuais desvios dessa hipótese. Intuitivamente, este procedimento consiste em simular a existência de uma variável importante não observável e analisar de que forma os resultados da pesquisa se alteram ao incluí-la nos dados.

Supõe-se então a existência de uma variável binária U , não observada, e associada tanto a variável de resultado quando ao processo de decisão de participar do programa avaliado, de tal forma que a hipótese de independência condicional não é mais válida condicionando os resultados somente às variáveis X , mas torna-se verdadeira ao se controlar simultaneamente por X e U . Consequentemente, o grupo dos não tratados que compartilham das mesmas características observáveis X dos indivíduos tratados deixam de representar alternativas não viesadas do resultado contrafactual, dada a necessidade de condicioná-los também a variável U .

Considera-se, por simplicidade, que Y seja também uma variável de resultado binária. Dessa forma, a distribuição de U pode ser inteiramente caracterizada pela escolha de quatro parâmetros p_{ij} , com $i, j \in \{0, 1\}$, que fornecem a probabilidade de $U = 1$ em cada um dos grupos definidos de acordo com os possíveis valores de D e Y :

$$p_{ij} \equiv \mathbb{P}(U = 1 \mid D = i, Y = j) \quad (1)$$

Assim, escolhendo valores arbitrários, mas plausíveis, para p_{ij} , pode-se atribuir aleatoriamente os valores de U aos indivíduos da amostra pertencentes a cada um dos quatro grupos, estratificados segundo os valores de D e Y . Em sequência, deve-se adotar o modelo de pareamento escolhido, incluindo U como uma variável adicional de controle. Esse exercício é então replicado um grande número de vezes, calculando-se, ao final, um novo valor para o ATT, que representa o valor médio dessa estimativa obtido nas simulações realizadas. Esse ATT pode então ser comparado ao parâmetro ATT inicial, estimado na ausência de U .

Os autores recomendam escolher valores de p_{ij} que se assemelhem à distribuição de variáveis observáveis relevantes, com maior influência na decisão de participação no programa dos indivíduos e na determinação da variável resultado. Além disso, no caso de uma variável Y contínua, como no caso das notas no Enade, [Nannicini \(2007\)](#) sugere simular os parâmetros p_{ij} a partir dos valores observados de D e de uma transformação binária de Y :

$$p_{ij} \equiv \mathbb{P}(U = 1 \mid D = i, I(Y > y^*) = j) \quad (2)$$

no qual I representa uma função indicadora, e y^* é, tipicamente, a média, ou outro valor limiar da distribuição de Y .

Ademais, [Ichino, Mealli e Nannicini \(2008\)](#) sugerem ainda uma maneira de calcular a dimensão dos efeitos de U sobre Y^0 e D , após o controle de X , nos resultados simulados. Para isso, em cada iteração, estima-se também um modelo logit avaliando a probabilidade relativa da variável de resultado ser positiva no caso de não tratamento, ou seja, $\mathbb{P}(Y = 1 \mid D = 0, U, X)$. O valor

médio dos parâmetros de U , expresso como razão de chances nas regressões logit, fornece o que os autores denominam de efeito de resultado (*outcome effect*), representado por Γ :

$$\Gamma \equiv \frac{\frac{\mathbb{P}(Y=1|D=0,U=1,X)}{\mathbb{P}(Y=0|D=0,U=1,X)}}{\frac{\mathbb{P}(Y=1|D=0,U=0,X)}{\mathbb{P}(Y=0|D=0,U=0,X)}} \quad (3)$$

Da mesma forma, é possível estimar também, a cada iteração, um modelo logit que determina a probabilidade relativa de participação no grupo de tratamento, $\mathbb{P}(D = 1 | U, X)$, cujo valor médio dos parâmetros de U , expresso como razão de chances, representa o chamado efeito de seleção (*selection effect*), denotado por Λ :

$$\Lambda \equiv \frac{\frac{\mathbb{P}(D=1|U=1,X)}{\mathbb{P}(D=0|U=1,X)}}{\frac{\mathbb{P}(D=1|U=0,X)}{\mathbb{P}(D=0|U=0,X)}} \quad (4)$$

3.3 Tratamentos nos dados

Os dados utilizados neste trabalho consistem nos microdados disponibilizados pelo INEP (2018) dos alunos concluintes dos cursos de licenciaturas que prestaram o Enade 2017. É fato conhecido que este instrumento de avaliação do ensino superior suscita polêmicas, e que sua aplicação gera discussões a respeito da possível falta de envolvimento dos alunos na avaliação, que em alguns casos são ainda motivados a boicotar as provas como forma de protesto (LEITÃO *et al.*, 2010).

Diante disso, foram mantidos no presente trabalho apenas os dados de alunos presentes e com resultados válidos no exame, cuja nota em ambas as provas, de formação geral e de componente específico, foi acima de zero, e que mesmo as questões discursivas não foram todas entregues inteiramente em branco. Esse procedimento foi realizado visando excluir do trabalho alunos que nem mesmo tentaram responder ou boicotaram a prova, garantindo assim um esforço mínimo por parte dos estudantes no exame.

A variável de resultado Y utilizada refere-se à nota do componente específico de cada aluno, representando um indicador do conhecimento acadêmico acumulado pelo aluno durante a graduação, enquanto a variável de tratamento D recebe valor zero caso o aluno esteja matriculado na modalidade presencial e valor um caso seja um aluno do EAD. Além dessas duas variáveis principais, o conjunto de variáveis de controle X contém uma série de indicadores relacionados aos aspectos pessoais e socioeconômicos do aluno, detalhados no Tabela 1.

A hipótese adotada no estudo é que, após o controle desse conjunto de variáveis, a probabilidade participação no EAD torna-se independente da distribuição dos resultados potenciais das notas no Enade. A adoção da hipótese de independência condicional utilizando os dados do Enade não é exclusiva do presente estudo, encontrando precedentes, por exemplo, em Conceição, França e Jacinto (2013) e Lepine (2018).

Destaca-se especialmente a inclusão da nota de formação geral como variável de controle. Considerando que os alunos de todos os cursos respondem às mesmas perguntas nesta etapa do exame, espera-se que a nota de formação geral seja independente do conhecimento adquirido no ensino superior e, ao

Tabela 1: Descrição das variáveis

Variável	Descrição
NT_CE	Nota do componente específico do aluno no Enade
EAD	Variável binária igual a 1, caso o aluno esteja matriculado no EAD
NT_FG	Nota de formação geral do aluno no Enade
Idade	Idade do aluno
Mulher	Variável binária igual a 1, caso o aluno seja do sexo feminino
Minoria	Variável binária igual a 1, caso o aluno se declare negro, pardo ou indígena
Mora_Conjuge_Filhos	Variável binária igual a 1, caso o aluno more com o cônjuge e/ou filho(s)
Renda_Menor_3SM	Variável binária igual a 1, caso a renda familiar do aluno seja menor que 3 salários-mínimos (referência)
Renda_Menor_6SM	Variável binária igual a 1, caso a renda familiar do aluno seja entre 3 e 6 salários-mínimos
Renda_Maior_6SM	Variável binária igual a 1, caso a renda familiar do aluno seja acima de 6 salários-mínimos
Trabalho_Ate_20	Variável binária igual a 1, caso o aluno trabalhe até 20 horas semanais (referência)
Trabalho_Mais_20	Variável binária igual a 1, caso o aluno trabalhe mais de 20 horas semanais
Trabalho_Nao	Variável binária igual a 1, caso o aluno não trabalhe
Medio_Publico	Variável binária igual a 1, caso o aluno tenha estudado a maior parte do ensino médio em escola pública

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2018).

mesmo tempo, correlacione-se com a capacidade cognitiva e com a aptidão e interesse acadêmico dos alunos, servindo então como *proxy* destes indicadores não observados.

Este argumento é especialmente defendido por [Lepine \(2018\)](#). A autora, utilizando dados do Enade de 2009 para os cursos de Direito, Administração e Ciências Contábeis, mostra que o diferencial de notas nos exames entre alunos ingressantes e concluintes na prova de conhecimentos específicos é muito maior do que no caso da prova de formação geral. Considerando ainda que essa diferença de notas pode ser parcialmente atribuída a um viés de seleção dos alunos concluintes, cuja formação geral pode ser superior em relação àqueles que abandonaram previamente o curso, a autora conclui que a influência dos cursos de graduação no desempenho de formação geral, se existe, é baixa, e que a não consideração desta variável provavelmente traz mais prejuízos que benefícios à análise.

Após a seleção prévia de dados, são analisados um total de 196.620 alunos, o que corresponde a aproximadamente 69% do total de alunos das licenciaturas inscritos no Enade 2017. Entre os demais alunos, aproximadamente 14% foram retirados da pesquisa por não cumprirem os requisitos mínimos de nota e de participação definidos no início da seção, 3% dos alunos foram desconsiderados por não responder a uma ou mais questões socioeconômicas necessárias à pesquisa, e os 14% restantes não atenderam aos critérios de nota e nem responderam ao questionário socioeconômico. Constata-se ainda que a perda amostral foi bastante homogênea entre as modalidades presenciais e a distância.

Considerando o interesse maior da pesquisa em estimar os efeitos de tratamento sobre os tratados, é importante averiguar, especialmente, se a composição final da amostra na modalidade EAD é representativa do total de alunos das licenciaturas a distância participantes do Enade. Para tanto, o [Apêndice A](#) apresenta a comparação dos alunos matriculados no EAD em duas situações distintas: comparam-se as características socioeconômicas dos estudantes que compõem a amostra com aquelas dos estudantes excluídos devido aos critérios de notas e, adicionalmente, comparam-se as notas dos alunos da amostra com aquelas dos alunos excluídos da pesquisa devido à ausência de dados socioeconômicos.

O que se verifica, em linhas gerais, é que, embora a amostra de alguns cursos tenha tendência a super-representar alunos do EAD mais jovens, mulheres ou não pertencentes a minorias étnicas, nenhum destes padrões surge de maneira sistemática ou predominante ao longo de toda a amostra. Dessa forma, o processo de exclusão de dados realizado não aparenta ser uma grande preocupação em relação à validação externa dos resultados da pesquisa.

Por fim, o detalhamento da distribuição amostral final dos alunos entre os cursos, modalidade de ensino e categoria administrativa das IES é apresentado na Tabela 2. No total, os alunos matriculados no EAD correspondem a 37% da amostra, enquanto 35% da amostra é composta por alunos de IES públicas.

A parcela de alunos no EAD, entretanto, é bastante heterogênea entre as IES públicas e privadas e entre os cursos considerados. Nas IES públicas, apenas 13% dos alunos realizaram seus estudos na modalidade a distância, sendo que os cursos com maior proporção de alunos no EAD são Filosofia (35%), Ciência da Computação (28%) e Letras Espanhol (20%). Entre as IES privadas, a proporção de matrículas no EAD chega a 50% do total de alunos, sendo que os cursos privados com uma alta proporção de estudantes no EAD são Geografia

Tabela 2: Distribuição amostral de alunos dos cursos de licenciatura no Enade 2017, segundo curso, modalidade de ensino e categoria administrativa da IES

	Público		Privado		Total Presenc.	Total EAD	Total	% EAD
	Presenc.	EAD	Presenc.	EAD				
Matemática	4631	672	1723	1725	6354	2397	8751	27,39%
Letras Português	5626	971	1444	1759	7070	2730	9800	27,86%
Letras Inglês	1791	87	2746	1007	4537	1094	5631	19,43%
Letras Espanhol	1048	266	415	251	1463	517	1980	26,11%
Física	1816	132	186	113	2002	245	2247	10,90%
Química	3029	130	605	199	3634	329	3963	8,30%
Ciências Biológicas	6035	888	2974	1008	9009	1896	10905	17,39%
Pedagogia	16522	3893	32188	46916	48710	50809	99519	51,05%
História	5109	399	3175	3112	8284	3511	11795	29,77%
Artes Visuais	856	61	735	1397	1591	1458	3049	47,82%
Geografia	5002	492	660	1399	5662	1891	7553	25,04%
Filosofia	1081	583	768	552	1849	1135	2984	38,04%
Educação Física	4871	88	15110	3330	19981	3418	23399	14,61%
Ciência da Computação	459	177	62	70	521	247	768	32,16%
Música	1034	126	609	437	1643	563	2206	25,52%
Ciências Sociais	1474	68	202	326	1676	394	2070	19,03%
Total	60384	9033	63602	63601	123986	72634	196620	36,94%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2018).

(68%), Artes Visuais (66%) e Ciências Sociais (62%). Por outro lado, algumas licenciaturas apresentam baixa procura pela modalidade a distância, tanto nas IES públicas quanto nas privadas, como, por exemplo, os cursos de Química, com apenas 8% do total de alunos matriculados no EAD, Física (11%) e Educação Física (15%). Em síntese, portanto, esses dados demonstram uma grande diversidade amostral.

No entanto, entre os cursos considerados, Pedagogia apresenta algumas características que o destacam em relação aos demais. Primeiramente, o curso, isoladamente, corresponde por aproximadamente 50% da amostra total de alunos e 70% da amostra do EAD. O curso é também aquele que apresenta o maior número relativo de alunos matriculados no EAD, sendo o único cuja amostra nessa modalidade é superior à modalidade presencial.

Somando estes fatores ao importante papel atribuído à Pedagogia como principal curso formador de professores no país, cria-se então a necessidade e a possibilidade de uma avaliação mais atenta de seus resultados. Dessa forma, além de uma análise geral dos resultados para cada curso, o estudo busca ainda identificar possíveis padrões heterogêneos de impactos para o caso específico do curso de Pedagogia, por meio da desagregação de sua amostra segundo as características socioeconômicas de seus alunos.

4 Resultados

4.1 Criação do contrafactual

A simples análise comparativa da diferença de médias das notas do componente específico no Enade 2017 revela que, em todos os cursos de licenciatura, o desempenho dos alunos da modalidade presencial é superior ao desempenho dos alunos do EAD. Essa informação é apresentada na Tabela 3. Embora na maior parte dos cursos tal diferença seja estatisticamente significativa ao nível de 1%, segundo teste *t* para igualdade de médias, os cursos de Química (significativo ao nível de 10%), Física e Ciência da Computação (não significativos) fogem ao padrão. Já o curso de Artes Visuais é aquele que apresenta a maior disparidade de notas médias, com uma diferença de 9,77 pontos, seguido de Filosofia, com 7,29 pontos de diferença.

No entanto, os alunos do ensino presencial e a distância não se diferenciam somente em termos de nota no Enade. Suas características socioeconômicas também são, na maioria das vezes, desbalanceadas. Alunos da modalidade presencial, por exemplo, normalmente apresentam também melhor nota de formação geral, são mais jovens e possuem menor tendência a possuir cônjuge ou filhos e a trabalhar. A estatística descritiva completa da amostra, estratificada segundo curso e modalidade de ensino, encontra-se no [Apêndice B](#), ao final da pesquisa. Dessa forma, a comparação direta de médias torna-se impossibilitada devido à existência do viés de seleção entre os grupos, reforçando a necessidade da aplicação de métodos capazes de levar em conta as diferenças apresentadas.

Como primeiro passo para se lidar com viés de seleção, calcula-se a probabilidade dos alunos participarem do EAD, com base em suas características. Para tanto, foram utilizadas regressões logit, cujos resultados são apresentados no [Apêndice C](#). Após isso, deve-se garantir que os contrafactuais criados por meio dos escores de propensão representem boas estimativas dos verda-

Tabela 3: Notas médias no Enade 2017 nos cursos de licenciatura, presencial e EAD

	Presencial		EAD		Diferença
	Nota	Desv. Pad.	Nota	Desv. Pad.	
Matemática	37,120	14,549	34,279	13,149	2,841***
Letras Português	41,990	15,517	37,106	13,950	4,884***
Letras Inglês	42,592	15,676	40,765	15,043	1,828***
Letras Espanhol	44,281	16,616	39,599	15,830	4,682***
Física	36,068	14,905	34,427	14,985	1,640
Química	34,484	12,559	33,083	13,334	1,401*
Ciências Biológicas	44,433	14,386	40,125	14,597	4,308***
Pedagogia	44,004	15,061	39,388	15,204	4,616***
História	43,015	15,948	38,374	14,819	4,641***
Artes Visuais	57,533	15,631	47,759	15,920	9,775***
Geografia	45,811	16,096	41,476	15,640	4,335***
Filosofia	46,963	16,620	39,676	17,041	7,287***
Educação Física	44,430	14,700	37,165	14,166	7,266***
Ciência da Computação	39,790	13,417	39,434	13,976	0,355
Música	44,844	15,006	42,003	14,652	2,841***
Ciências Sociais	48,228	14,898	41,104	15,353	7,124***

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2018).

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

deiros contrafactuais para a nota dos alunos do EAD no Enade 2017, caso frequentassem cursos presenciais.

A Tabela 4 apresenta os indicadores de qualidade do contrafactual criado para o caso do algoritmo de pareamento por escores de propensão com um vizinho (PSM-NN1) antes e após o pareamento, tanto para o caso da amostra completa, quanto para a amostra composta apenas por alunos de IES públicas (amostra UAB). A começar pelos valores dos Pseudo R^2 , observa-se que todas as amostras analisadas apresentaram uma redução substancial deste indicador após o pareamento realizado, sendo o maior Pseudo R^2 na ordem de 0,01 no caso das amostras completas, e de 0,043 entre as amostras das IES públicas, denotando um baixo poder de previsão dos modelos, indicando, portanto, bons pareamentos (SIANESI, 2004; CALIENDO; KOPEINIG, 2008).

Em sequência, são apresentados os valores médios e medianos do viés padronizado das variáveis explicativas utilizadas nos modelos. Verifica-se novamente uma sensível redução no valor destes indicadores após realizar o pareamento. No caso das amostras completas, todos os cursos avaliados possuem níveis de viés médio e mediano abaixo de 6%, em conformidade com o limiar sugerido por Caliendo e Kopeinig (2008). Já para a amostra das IES públicas, a maior parte dos cursos ultrapassa o limiar indicado, embora ainda se verifiquem reduções expressivas do viés, com índices máximos de 10,9% após o pareamento.

Por fim, o último indicador apresentado na Tabela 4 é o B de Rubin. Mais uma vez, os indicadores denotam bons pareamentos para a amostra completa, com índices que se situam abaixo de 25% para todos os cursos, dentro dos limites definidos por Leuven e Sianesi (2003). Entre as amostras das IES pú-

Tabela 4: Indicadores de qualidade do pareamento dos alunos do EAD nos cursos de licenciatura, Enade 2017

		Amostra completa				Amostra UAB			
		Pseudo R^2	Viés Médio	Viés Mediano	B de Rubin	Pseudo R^2	Viés Médio	Viés Mediano	B de Rubin
Matemática	Não Pareado	0,156	32,5	21,6	102,9	0,137	30,3	9,4	102,4
	Pareado	0,002	2,7	0,8	11,5	0,005	3,9	3,3	16,6
Letras Português	Não Pareado	0,169	35,5	25,6	107,4	0,148	33,9	20,3	106,9
	Pareado	0,002	3,5	3,5	11,1	0,001	2	2	6,6
Letras Inglês	Não Pareado	0,174	33,6	22,3	112,3	0,299	54,6	38,6	183,9
	Pareado	0,002	3,3	2,9	11,5	0,025	9	5,5	37,2
Letras Espanhol	Não Pareado	0,18	37,7	23,6	112,8	0,261	49,5	39,1	147,4
	Pareado	0,007	4,3	2,5	19,2	0,012	6,2	5,8	25,7
Física	Não Pareado	0,246	47,7	33,6	149,2	0,233	47,1	23,3	153,9
	Pareado	0,006	4,7	4,4	17,9	0,028	10,9	9,6	39,6
Química	Não Pareado	0,14	35,4	21,2	106,8	0,16	37,4	20,6	123,1
	Pareado	0,005	4,5	3,9	16,4	0,022	9,1	9,1	34,8
Ciências Biológicas	Não Pareado	0,192	37,7	20,6	120,2	0,192	39,3	19,4	124,5
	Pareado	0,006	4,9	3,6	18,9	0,009	6,2	7,3	22,7
Pedagogia	Não Pareado	0,106	25,1	19,4	80,3	0,127	30,6	23,6	95,2
	Pareado	0,002	3,3	3,6	9,7	0,001	2,3	2,3	7,5
História	Não Pareado	0,215	40	21	125,4	0,21	46,8	25,8	143,4
	Pareado	0,003	3,7	3,7	13	0,005	4,2	4,2	16,4
Artes Visuais	Não Pareado	0,222	41,6	34,1	123,3	0,208	42,9	39,8	142,2
	Pareado	0,006	5	4,7	18,8	0,023	7,2	7,2	35,8
Geografia	Não Pareado	0,175	38,2	31,1	111,2	0,147	35,4	17,3	114,1
	Pareado	0,002	2,5	1,8	9,6	0,006	5	4,4	17,7
Filosofia	Não Pareado	0,189	38,8	29,5	113,1	0,198	38,8	46,2	116,1
	Pareado	0,006	3,6	2,1	18,4	0,007	5,5	5,5	19,8
Educação Física	Não Pareado	0,116	27,2	22,6	92,3	0,187	48,9	30,4	152,4
	Pareado	0,002	2,7	2,6	10,2	0,043	10,5	9,1	49,3
Ciência da Computação	Não Pareado	0,109	28,6	18,5	82,7	0,077	20,9	8,6	69,4
	Pareado	0,007	5,5	5,8	19,9	0,019	8,4	7,9	33
Música	Não Pareado	0,162	32,7	22,4	105,7	0,229	43,6	35,4	142,3
	Pareado	0,007	5,1	5,1	19,8	0,008	6,5	7,2	20,7
Ciências Sociais	Não Pareado	0,28	53	35,7	153,4	0,154	43,2	27,8	132,4
	Pareado	0,01	5,7	4,9	23,2	0,03	9,1	8,3	40,9

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2018).

blicas, aproximadamente metade deles apresentam valores de B de Rubin que ultrapassam o valor sugerido, ainda que estes indicadores se reduzam substancialmente após o pareamento.

Estes resultados apresentam um cenário no qual o pareamento foi realizado com êxito, especialmente quando considerada a amostra completa. Espera-se, portanto, que os contrafactuais criados representem estimativas não viesadas dos verdadeiros contrafactuais não observados. No caso das amostras exclusivas das IES públicas, com enfoque no UAB, os indicadores ainda sugerem uma redução substancial do viés de seleção, embora seja necessária a interpretação mais cuidadosa dos resultados.

4.2 Estimativas dos impactos

Após a análise de qualidade dos contrafactuais criados, a Tabela 5 apresenta os resultados principais da pesquisa, consistindo nos ATT estimados com o uso das diferentes técnicas descritas na metodologia, com a estimativa dos erros-padrões em parênteses.

A primeira característica que se observa nos resultados apresentados é a inexistência de um resultado único a respeito da efetividade do EAD nos cursos de licenciatura. Ainda que a princípio seja possível descartar a possibilidade de impactos acadêmicos positivos, a distinção entre resultados nulos ou negativos deve ser analisada caso a caso. Metade dos cursos avaliados apresentam resultados predominantemente negativos: Matemática, Letras Portugêses, Pedagogia, História, Artes Visuais, Filosofia, Educação Física e Ciências Sociais. Para o restante deles, os resultados mostram-se essencialmente não significativos.

Dentre os cursos considerados, apenas a modalidade a distância do curso de Pedagogia já havia sido objeto de estudo na literatura nacional. Em que pese o escopo reduzido da pesquisa, que leva em conta apenas os alunos de uma única instituição privada, e as suas limitações metodológicas, restrita à comparação da média de acertos em uma avaliação, desconsiderando o viés de seleção, os resultados apresentados por [Boccia \(2014\)](#) contrastam com a atual pesquisa, pois indicam o melhor desempenho dos alunos matriculados no EAD da instituição.

Deve-se destacar ainda que os valores estimados dos impactos se mostram bastante consistentes quando se consideram os diversos estimadores utilizados para calcular os impactos de cada curso, especialmente em termos de significância dos resultados. Com exceção feita ao curso de Geografia, na qual quatro das estimativas não são significativas e três estimativas são negativas e estatisticamente significantes ao nível de 5%, todos os demais cursos possuem uma indicação objetiva da direção dos impactos.

Em sequência, a Tabela 6 apresenta os resultados estimados para a amostra reduzida das IES públicas, cujo foco da análise é o Sistema UAB¹. A diminuição da amostra provoca um aumento generalizado das estimativas dos erros-padrão e, conseqüentemente, uma redução da significância de diversos estimadores, mas, ainda assim, predominam resultados negativos e nulos.

Porém, as conclusões individuais acerca de cada um dos cursos não são necessariamente coincidentes com a análise anterior. Para esta subamostra, são

¹ A amostra considera ainda as licenciaturas EAD das instituições públicas municipais Universidade de Taubaté e Universidade Municipal de São Caetano do Sul que, formalmente, não fazem parte do Sistema UAB.

Tabela 5: Impactos do EAD no desempenho do Enade 2017, cursos de licenciatura

	NN1 ^a	NN2 ^a	NN3 ^a	Radius ^b	Kernel ^b	IPW ^a	IPWRA ^a
Matemática	-0,971** (0,478)	-0,957** (0,405)	-0,857** (0,381)	-0,910** (0,394)	-0,942** (0,385)	-0,935*** (0,345)	-1,429*** (0,331)
Letras Português	-1,473*** (0,467)	-1,343*** (0,416)	-1,443*** (0,398)	-1,620*** (0,401)	-1,603*** (0,393)	-1,480*** (0,363)	-1,957*** (0,344)
Letras Inglês	0,029 (0,746)	0,031 (0,649)	-0,053 (0,595)	-0,100 (0,604)	-0,190 (0,595)	-0,293 (0,518)	-0,980** (0,482)
Letras Espanhol	-1,481 (1,244)	-1,130 (1,065)	-0,908 (1,074)	-1,059 (1,026)	-1,295 (0,987)	-1,405 (0,881)	-1,902** (0,857)
Física	0,539 (1,505)	0,947 (1,259)	0,106 (1,261)	-0,679 (1,23)	-0,924 (1,18)	0,372 (1,381)	-0,468 (1,027)
Química	-1,299 (0,982)	-0,897 (0,867)	-0,405 (0,826)	-1,401* (0,727)	-0,974 (0,801)	-0,607 (0,752)	-0,673 (0,748)
Ciências Biológicas	0,110 (0,503)	0,113 (0,444)	0,026 (0,425)	0,096 (0,428)	-0,182 (0,424)	0,155 (0,404)	-0,491 (0,379)
Pedagogia	-3,004*** (0,133)	-3,129*** (0,117)	-3,122*** (0,111)	-3,162*** (0,111)	-3,198*** (0,11)	-3,116*** (0,1)	-3,554*** (0,096)
História	-0,675 (0,443)	-0,739* (0,386)	-0,895** (0,364)	-1,290*** (0,388)	-1,322*** (0,381)	-1,356*** (0,344)	-1,715*** (0,316)
Artes Visuais	-5,251*** (0,816)	-5,299*** (0,724)	-5,407*** (0,696)	-5,149*** (0,782)	-5,341*** (0,763)	-4,823*** (0,699)	-5,310*** (0,654)
Geografia	-0,643 (0,575)	-0,501 (0,491)	-0,635 (0,466)	-0,710 (0,502)	-1,011** (0,492)	-0,864** (0,435)	-1,273*** (0,408)
Filosofia	-4,416*** (0,773)	-4,207*** (0,702)	-3,667*** (0,674)	-3,653*** (0,816)	-3,703*** (0,793)	-3,310*** (0,679)	-3,548*** (0,634)
Educação Física	-4,734*** (0,374)	-4,825*** (0,317)	-5,007*** (0,293)	-5,201*** (0,284)	-5,391*** (0,281)	-5,049*** (0,257)	-5,269*** (0,249)
Ciência da Computação	0,249 (1,358)	-0,774 (1,297)	-0,133 (1,183)	-0,344 (1,25)	-0,511 (1,194)	-0,404 (1,073)	-0,654 (1,05)
Música	0,042 (0,925)	-0,504 (0,798)	-0,409 (0,747)	-0,361 (0,871)	-0,563 (0,846)	-0,421 (0,775)	-0,724 (0,743)
Ciências Sociais	-3,222*** (1,207)	-3,366*** (1,063)	-2,430** (0,975)	-3,102*** (1,104)	-3,074*** (1,074)	-3,020*** (0,919)	-3,430*** (0,851)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2018).

Obs.: a – Calculado com erros-padrões robustos. b – Calculado com erros-padrões analíticos.

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

Tabela 6: Impactos do UAB no desempenho do Enade 2017, cursos de licenciatura

	NN1 ^a	NN2 ^a	NN3 ^a	Radius ^b	Kernel ^b	IPW ^a	IPWRA ^a
Matemática	-1,860** (0,75)	-2,027*** (0,666)	-1,927*** (0,642)	-1,903*** (0,635)	-1,913*** (0,621)	-1,728*** (0,538)	-1,962*** (0,529)
Letras Português	-2,328*** (0,694)	-2,031*** (0,609)	-1,915*** (0,576)	-1,783*** (0,555)	-1,893*** (0,542)	-1,648*** (0,49)	-1,996*** (0,477)
Letras Inglês	-2,532 (2,222)	-4,513** (1,761)	-4,392** (1,602)	-4,336** (2,025)	-4,350** (1,777)	-4,315*** (1,402)	-4,275*** (1,366)
Letras Espanhol	-3,088** (1,501)	-2,426* (1,28)	-2,846** (1,208)	-2,382* (1,403)	-2,498* (1,311)	-2,559** (1,229)	-3,050** (1,195)
Física	1,861 (1,942)	0,821 (1,559)	0,762 (1,466)	0,488 (1,531)	-0,447 (1,483)	0,849 (1,579)	-0,041 (1,326)
Química	-2,482* (1,428)	-2,497** (1,267)	-2,299* (1,293)	-2,518** (1,227)	-2,751** (1,175)	-2,280** (1,107)	-2,388** (1,107)
Ciências Biológicas	1,687** (0,726)	1,297** (0,624)	0,733 (0,581)	0,806 (0,592)	0,418 (0,581)	0,854 (0,554)	0,176 (0,523)
Pedagogia	-0,022 (0,378)	0,060 (0,331)	0,162 (0,313)	0,114 (0,314)	0,104 (0,311)	0,101 (0,269)	-0,272 (0,263)
História	2,406** (1,115)	2,113** (0,964)	2,144** (0,886)	1,254 (0,899)	1,349 (0,881)	1,225 (0,789)	1,040 (0,771)
Artes Visuais	-5,490** (2,631)	-6,275*** (2,379)	-6,894*** (2,066)	-6,579*** (2,047)	-6,934*** (1,908)	-5,832*** (1,805)	-6,140*** (1,789)
Geografia	0,425 (1,003)	-0,477 (0,869)	-0,848 (0,817)	-0,535 (0,807)	-1,055 (0,796)	-0,713 (0,699)	-1,091 (0,683)
Filosofia	-5,015*** (1,321)	-5,749*** (1,156)	-5,461*** (1,064)	-5,508*** (1,08)	-5,082*** (1,041)	-4,531*** (0,89)	-4,867*** (0,824)
Educação Física	-2,550 (1,866)	-2,551** (1,275)	-1,680 (1,145)	-2,280 (1,685)	-3,297** (1,614)	-1,642 (1,432)	-1,623 (1,415)
Ciência da Computação	-2,210 (1,365)	-2,203 (1,173)	-2,688 (1,126)	-0,867 (1,312)	-1,984 (1,242)	-1,691 (1,083)	-1,699 (1,06)
Música	3,273* (1,817)	2,381 (1,588)	2,546* (1,41)	2,339 (1,757)	2,264 (1,654)	2,199 (1,463)	1,874 (1,39)
Ciências Sociais	-0,615 (1,868)	-1,793 (1,446)	-0,508 (1,44)	-1,950 (2,03)	-3,314* (1,985)	-1,796 (1,449)	-1,856 (1,441)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2018).

Obs.: a – Calculado com erros-padrões robustos. b – Calculado com erros-padrões analíticos.

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

encontrados indicativos de impactos negativos para as licenciaturas ofertadas pelo UAB em Matemática, Letras Português, Inglês e Espanhol, Química, Artes Visuais e Filosofia.

Já os cursos de Pedagogia, Ciências Sociais e Educação Física que, a princípio, apresentavam impactos majoritariamente negativos quando consideradas as IES públicas e privadas, passam a demonstrar resultados não significativos na amostra restrita do UAB. Física, Geografia e Ciência da Computação são os demais cursos que evidenciam efeitos nulos para o Sistema UAB.

Ademais, existem até mesmo alguns indícios de que o UAB possa promover impactos positivos nos cursos de Música e Biologia, cujos resultados eram anteriormente nulos, e História, cujos resultados para a amostra completa eram predominantemente negativos. Entretanto, devido ao aumento dos erros-padrão, tais resultados positivos não prevalecem em todos os estimadores utilizados, bem como não são significativos ao nível de confiança de 99%.

Em comparação com a pesquisa nacional, os resultados são novamente divergentes. Sales (2016), ao comparar produção oral das turmas presencial e do EAD do curso de Letras Inglês da Universidade Federal do Ceará não encontrou diferenças significativas entre os grupos, de acordo com os parâmetros de fluência, acurácia e complexidade. No entanto, esta pesquisa contou com apenas 12 alunos matriculados e não levou em consideração o viés de seleção.

Devido ao rigor metodológico da pesquisa, que contou com a aleatorização dos participantes, e a similaridade do tema abordado, também é possível trazer para o atual debate o estudo de Souza *et al.* (2017), que, ao avaliar o curso de especialização em Saúde da Família, promovido pela Universidade Aberta do SUS, não encontrou diferenças significativas de desempenho acadêmico entre os alunos das modalidades presencial e EAD. Esse resultado, embora não possa ser diretamente comparável, considerando as diferenças existentes entre os cursos, corrobora aqueles encontrados em diversas licenciaturas ofertadas pelo Sistema UAB.

Em relação aos cursos de licenciatura, portanto, evidencia-se que os resultados não permitem uma interpretação unívoca dos impactos do EAD, especialmente no contexto mais restrito do UAB. A impossibilidade de generalizações cria então uma demanda por análises aprofundadas, que levem em consideração as especificidades de cada curso, em busca de possíveis explicações para as divergências encontradas.

No entanto, embora não seja possível determinar a existência de um único resultado a respeito da efetividade do EAD em relação aos cursos avaliados, um fato preocupante que pode ser observado é o predomínio de estudantes matriculados na modalidade a distância em cursos cujos impactos verificados foram predominantemente negativos. No total, mais de 90% dos estudantes encontram-se nesta situação. Portanto, ainda que nem todos os cursos de licenciatura a distância apresentem piores resultados em relação aos cursos presenciais, este é, de fato, o resultado majoritário, considerando-se o número de alunos atendidos.

Por outro lado, este mesmo resultado não é verificado no Sistema UAB, cuja concentração de alunos matriculados em cursos cujos impactos são predominantemente negativos alcança 31% do total de alunos. Esta diferença se deve, em parte, ao fato de os impactos em Pedagogia, curso com maior representatividade de alunos, não se mostrarem estatisticamente significativos entre os estudantes de IES públicas.

4.3 Avaliação de impactos heterogêneos para Pedagogia

Em sequência, considerando a predominância amostral de Pedagogia em relação ao total de alunos das licenciaturas, tanto na modalidade presencial quanto no EAD, o que a classifica como o principal curso formador de docentes no país, a Tabela 6 apresenta os resultados da pesquisa desagregados segundo as características socioeconômicas dos estudantes de Pedagogia. Dessa forma, é possível identificar de que maneira as conclusões do estudo se alteram entre diferentes grupos sociais.

O principal resultado identificado na Tabela 7 é o fato de que os impactos negativos do EAD verificados anteriormente para o curso ainda se mantêm em praticamente todas as subamostras consideradas, com uma única exceção. Os resultados não são estatisticamente significativos entre os alunos homens.

Uma possível explicação plausível para isso relaciona-se com o perfil tradicionalmente feminino do curso. No Brasil, a profissão de professor, especialmente nos ciclos iniciais de ensino, está historicamente vinculada à atuação feminina. Isso se reflete até mesmo na composição da amostra do estudo, no qual 94% dos estudantes de Pedagogia são mulheres. Dessa forma, é possível que os homens que optem por este curso o façam com o mesmo comprometimento, independentemente da modalidade de ensino escolhida.

Em relação às demais características consideradas, embora os impactos observados sejam sempre negativos, ainda assim é possível identificar alguns padrões heterogêneos de resultados. Primeiramente, os impactos negativos são maiores para os alunos cuja nota de formação geral, utilizada aqui como *proxy* da aptidão acadêmica dos estudantes, foi abaixo da média amostral. Assim, é possível conjecturar que os alunos menos aptos para a formação acadêmica são mais afetados com o EAD que seus pares mais preparados.

Os impactos também são maiores entre os alunos mais jovens, o que possivelmente está relacionado à maturidade necessária para acompanhar um curso superior a distância, mesmo considerando a provável maior familiaridade da população mais jovem com as TICs.

As maiores comodidades possibilitadas pelo ensino a distância, que desobriga o aluno de deslocar-se até as instituições de ensino para acompanhar as aulas, parece contrabalançar seus efeitos negativos na parcela da população que dispõem de menor tempo livre. Dessa forma, os impactos negativos do EAD mostram-se mais amenos entre os estudantes que moram com cônjuge e/ou filho(s) ou que trabalham.

Por outro lado, alunos de *background* econômico desfavorável são aqueles mais impactados pelo EAD, considerando que quanto maior a renda familiar do estudante, menores são os efeitos do ensino a distância em seu desempenho acadêmico, da mesma forma que estudantes provenientes de colégios privados no ensino médio também são menos afetados pelo EAD que alunos de colégios públicos. Por fim, a etnia dos estudantes não parece influenciar a forma com que são impactados pelo ensino a distância.

Concluídas estas considerações, cabe mencionar ainda que, na prática, a diferença de magnitude dos impactos não apresenta uma grande oscilação. Em geral, a estimativa dos efeitos varia entre -1 e -5 pontos na prova do Enade na diferentes subamostras. Embora tais resultados sejam estatisticamente significativos, é necessário questionar o verdadeiro significado destes impactos na prática docente profissional, o que foge do escopo da pesquisa.

Tabela 7: Impactos heterogêneos do EAD no desempenho do Enade 2017, Pedagogia

	NN1 ^a	NN2 ^a	NN3 ^a	Radius ^b	Kernel ^b	IPW ^a	IPWRA ^a
NT_FG abaixo da média	-4,274*** (0,143)	-4,245*** (0,141)	-4,212*** (0,139)	-4,072*** (0,132)	-4,058*** (0,13)	-4,081*** (0,131)	-4,220*** (0,131)
NT_FG acima da média	-3,450*** (0,171)	-3,373*** (0,168)	-3,306*** (0,167)	-3,132*** (0,157)	-3,103*** (0,155)	-3,199*** (0,159)	-3,446*** (0,154)
Idade abaixo da média	-4,854*** (0,164)	-4,861*** (0,151)	-4,836*** (0,148)	-5,145*** (0,147)	-5,247*** (0,146)	-5,159*** (0,128)	-5,278*** (0,126)
Idade acima da média	-1,926*** (0,196)	-1,968*** (0,178)	-2,060*** (0,171)	-2,341*** (0,164)	-2,319*** (0,162)	-2,372*** (0,144)	-2,485*** (0,14)
Homens	-0,747 (0,543)	-0,594 (0,484)	-0,541 (0,458)	-0,486 (0,51)	-0,580 (0,497)	-0,533 (0,414)	-1,116*** (0,414)
Mulheres	-3,154*** (0,137)	-3,243*** (0,12)	-3,303*** (0,114)	-3,344*** (0,114)	-3,387*** (0,113)	-3,284*** (0,104)	-3,720*** (0,098)
Maiorias étnicas	-3,316*** (0,195)	-3,389*** (0,173)	-3,367*** (0,165)	-3,348*** (0,167)	-3,403*** (0,166)	-3,224*** (0,157)	-3,671*** (0,143)
Minorias étnicas	-3,376*** (0,174)	-3,284*** (0,154)	-3,263*** (0,144)	-3,307*** (0,145)	-3,391*** (0,144)	-3,172*** (0,127)	-3,491*** (0,124)
Não mora com cônjuge e/ou filho(s)	-3,530*** (0,21)	-3,573*** (0,183)	-3,652*** (0,173)	-3,697*** (0,173)	-3,779*** (0,172)	-3,544*** (0,156)	-4,031*** (0,148)
Mora com cônjuge e/ou filho(s)	-2,973*** (0,166)	-3,016*** (0,147)	-3,121*** (0,14)	-3,203*** (0,141)	-3,191*** (0,139)	-3,187*** (0,125)	-3,381*** (0,121)
Ensino médio em escola privada	-2,012*** (0,507)	-1,840*** (0,441)	-1,558*** (0,413)	-1,665*** (0,428)	-1,671*** (0,424)	-1,603*** (0,436)	-2,235*** (0,371)
Ensino médio em escola pública	-3,409*** (0,14)	-3,372*** (0,124)	-3,319*** (0,116)	-3,363*** (0,114)	-3,396*** (0,113)	-3,326*** (0,103)	-3,707*** (0,099)
Renda até 3 S.M.	-4,028*** (0,145)	-3,982*** (0,128)	-4,004*** (0,121)	-4,027*** (0,123)	-4,088*** (0,122)	-3,927*** (0,109)	-4,193*** (0,106)
Renda até 6 S.M.	-2,785*** (0,273)	-2,624*** (0,242)	-2,511*** (0,23)	-2,632*** (0,238)	-2,689*** (0,236)	-2,393*** (0,226)	-2,811*** (0,207)
Renda acima de 6 S.M.	-1,044 (0,648)	-1,177** (0,6)	-1,275** (0,572)	-0,973* (0,587)	-1,055* (0,581)	-0,930 (0,584)	-1,506*** (0,503)
Não trabalha	-4,113*** (0,229)	-4,130*** (0,202)	-4,128*** (0,19)	-4,342*** (0,193)	-4,449*** (0,192)	-4,190*** (0,167)	-4,517*** (0,163)
Trabalha até 20h	-3,537*** (0,292)	-3,670*** (0,255)	-3,627*** (0,241)	-3,683*** (0,24)	-3,721*** (0,238)	-3,633*** (0,213)	-3,950*** (0,206)
Trabalha mais de 20h	-2,436*** (0,191)	-2,591*** (0,168)	-2,706*** (0,159)	-2,750*** (0,157)	-2,763*** (0,156)	-2,651*** (0,147)	-3,082*** (0,136)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2018).

Obs.: a – Calculado com erros-padrões robustos. b – Calculado com erros-padrões analíticos.

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

Mas levando em consideração a dificuldade amplamente discutida na literatura em atrair e reter profissionais para atuar como docentes (BRITTO; WALTENBERG, 2014; LOUZANO *et al.*, 2010; TARTUCE; NUNES; ALMEIDA, 2010), um desempenho considerado aquém do esperado no Enade não deve implicar, necessariamente, na desconsideração de qualquer prática de ensino a distância, especialmente considerando que este pode ser um caminho viável para ampliar a deficiente oferta de professores no país.

4.4 Análise de sensibilidade

Devido às diferenças de resultados das seções anteriores, faz-se necessário averiguar a possibilidade de que tais resultados não reflitam as verdadeiras estimativas de impacto, mas sejam, na verdade, decorrência de um viés de seleção não observado, o que culminaria com a invalidação da hipótese de dependência condicional e, conseqüentemente, com a suspeição dos estimadores obtidos.

Para testar essa possibilidade, realiza-se a análise de sensibilidade sugerida por Ichino, Mealli e Nannicini (2008). Para a criação dos parâmetros p_{ij} , a nota do Enade foi dicotomizada em valores acima da nota média ($Y_i = 1$) e abaixo da nota média ($Y_i = 0$). Além disso, a variável U foi simulada em quatro cenários distintos. No primeiro cenário, estabeleceu-se uma variável neutra, isto é, para toda a amostra, empregou-se $p_{ij} = 0,5$.

Dado que na maioria dos casos os impactos do EAD foram negativos ou não significativos, uma variável não observada seria potencialmente danosa caso influenciasse positivamente a participação no EAD e negativamente o desempenho do aluno - em outras palavras, caso apresentasse, simultaneamente, efeito de seleção positivo ($\Lambda > 1$) e efeito de resultado negativo ($\Gamma < 1$). Ou, inversamente, a variável não observada poderia contaminar o resultado, caso reduzisse a chance de participação ($\Lambda < 1$) e, ao mesmo tempo, pudesse melhorar o desempenho acadêmico dos alunos ($\Gamma > 1$). Diante desses cenários, os valores de p_{ij} foram escolhidos com base na distribuição de duas variáveis da amostra que se espera que apresentem estas características: o fato de o aluno morar com cônjuge e/ou filho(s), para o primeiro caso, e o fato de o aluno não trabalhar, para o segundo caso.

Finalmente, também se simula U a partir da distribuição da nota de formação geral. Embora não seja claro o papel dessa variável na decisão de participação no EAD, espera-se que sua influência no desempenho do aluno seja alta. Nesse caso, a variável também foi dicotomizada pela média para simular os parâmetros p_{ij} .

Após a simulação de U , os novos ATT foram estimados com o algoritmo PSM-NN1. Em cada um dos quatro cenários, os modelos foram replicados 500 vezes. Os resultados desses exercícios são apresentados na Tabela 8, e consideram apenas as amostras completas do EAD. Os testes de sensibilidade no caso da amostra reduzida da UAB foram realizados utilizando o mesmo procedimento descrito, e seus resultados encontram-se no Apêndice D.

Os exercícios de simulação mostram que, de um modo geral, resultados iniciais negativos e significativos mantêm o sinal e significância estatística, mesmo após a inclusão das variáveis simuladas; igualmente, resultados que a princípio demonstravam impactos nulos mantêm ainda suas conclusões gerais inalteradas. Além disso, verifica-se que os parâmetros Γ e Λ apresentam

Tabela 8: Sensibilidades dos resultados, Enade 2017, cursos de licenciatura

		ATT	E. P.	p ₁₁	p ₁₀	p ₀₁	p ₀₀	Γ	Λ
Matemática	Sem simulação	-0,982*	0,519	-	-	-	-	-	-
	Simulado como:								
	Neutro	-0,872	0,595	0,5	0,5	0,5	0,5	1,002	1,001
	Cônjuge	-0,318	0,68	0,6	0,64	0,25	0,35	0,647	3,853
	Não trabalha	-0,678	0,645	0,13	0,16	0,4	0,35	1,251	0,293
	Nota FG	-0,912	0,602	0,68	0,37	0,66	0,35	3,637	1,014
Letras Português	Sem simulação	-1,473***	0,521	-	-	-	-	-	-
	Simulado como:								
	Neutro	-1,547**	0,609	0,5	0,5	0,5	0,5	0,999	1,001
	Cônjuge	-0,644	0,691	0,62	0,65	0,25	0,39	0,517	3,656
	Não trabalha	-1,371**	0,661	0,17	0,22	0,47	0,43	1,21	0,313
	Nota FG	-1,413**	0,623	0,66	0,34	0,68	0,36	3,781	0,82
Letras Inglês	Sem simulação	0,029	0,783	-	-	-	-	-	-
	Simulado como:								
	Neutro	-0,032	0,939	0,5	0,5	0,5	0,5	1,004	1,008
	Cônjuge	0,876	1,081	0,59	0,63	0,19	0,32	0,502	4,491
	Não trabalha	0,203	1,012	0,12	0,17	0,39	0,35	1,159	0,303
	Nota FG	-0,049	0,942	0,72	0,36	0,68	0,35	3,873	1,059
Letras Espanhol	Sem simulação	-1,481	1,322	-	-	-	-	-	-
	Simulado como:								
	Neutro	-1,222	1,554	0,5	0,5	0,5	0,5	0,995	1,007
	Cônjuge	-0,471	1,786	0,67	0,7	0,26	0,39	0,568	4,494
	Não trabalha	-1,16	1,693	0,14	0,2	0,43	0,41	1,08	0,291
	Nota FG	-1,114	1,586	0,68	0,3	0,69	0,36	4,1	0,819
Física	Sem simulação	0,539	1,477	-	-	-	-	-	-
	Simulado como:								
	Neutro	-0,769	1,884	0,5	0,5	0,5	0,5	1,003	1,010
	Cônjuge	0,158	2,057	0,56	0,59	0,2	0,25	0,722	4,862
	Não trabalha	-0,72	2,007	0,14	0,07	0,44	0,44	0,981	0,136
	Nota FG	-0,779	1,845	0,66	0,37	0,68	0,39	3,395	0,901
Química	Sem simulação	-1,299	1,096	-	-	-	-	-	-
	Simulado como:								
	Neutro	-0,562	1,257	0,5	0,5	0,5	0,5	1,005	1,007
	Cônjuge	-0,214	1,342	0,54	0,52	0,2	0,25	0,741	3,946
	Não trabalha	-0,445	1,313	0,16	0,25	0,53	0,49	1,17	0,256
	Nota FG	-0,421	1,285	0,64	0,39	0,66	0,38	3,238	0,926

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2018).

Obs.: As pequenas diferenças para as estimativas do ATT e do erro-padrão apresentadas nas linhas “Sem simulação” em relação às estimativas originais, apresentadas anteriormente, se devem aos algoritmos adotados nos diferentes comandos do software Stata utilizados ao longo da pesquisa.

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

Tabela 8: Sensibilidades dos resultados, Enade 2017, cursos de licenciatura (*continuação*)

		ATT	E. P.	p11	p10	p01	p00	Γ	Λ
Ciências Biológicas	Sem simulação	0,11	0,552	–	–	–	–	–	–
	Simulado como:								
	Neutro	0,044	0,652	0,5	0,5	0,5	0,5	1,002	0,998
	Cônjuge	0,782	0,748	0,54	0,56	0,16	0,24	0,587	4,812
	Não trabalha	0,485	0,705	0,24	0,24	0,6	0,51	1,421	0,252
	Nota FG	0,375	0,659	0,63	0,28	0,69	0,36	3,87	0,732
Pedagogia	Sem simulação	–3,009***	0,143	–	–	–	–	–	–
	Simulado como:								
	Neutro	–3,092***	0,170	0,5	0,5	0,5	0,5	0,999	1,000
	Cônjuge	–2,864***	0,191	0,73	0,7	0,43	0,47	0,868	3,032
	Não trabalha	–2,992***	0,181	0,2	0,24	0,4	0,38	1,099	0,46
	Nota FG	–2,737***	0,172	0,7	0,32	0,69	0,36	4,042	0,774
História	Sem simulação	–0,675	0,493	–	–	–	–	–	–
	Simulado como:								
	Neutro	–1,011*	0,581	0,5	0,5	0,5	0,5	1,003	1,000
	Cônjuge	–0,351	0,702	0,66	0,64	0,2	0,3	0,599	5,597
	Não trabalha	–0,931	0,627	0,17	0,19	0,48	0,42	1,307	0,269
	Nota FG	–0,921	0,591	0,69	0,3	0,7	0,38	3,798	0,757
Artes Visuais	Sem simulação	–5,251***	0,966	–	–	–	–	–	–
	Simulado como:								
	Neutro	–5,288***	1,088	0,5	0,5	0,5	0,5	1,010	1,006
	Cônjuge	–3,995***	1,417	0,63	0,66	0,22	0,33	0,577	5,185
	Não trabalha	–4,958***	1,198	0,18	0,17	0,42	0,4	1,059	0,3
	Nota FG	–4,473***	1,156	0,68	0,28	0,72	0,38	4,255	0,579
Geografia	Sem simulação	–0,643	0,649	–	–	–	–	–	–
	Simulado como:								
	Neutro	–0,720	0,763	0,5	0,5	0,5	0,5	1,000	1,003
	Cônjuge	0,052	0,881	0,67	0,63	0,24	0,34	0,618	4,38
	Não trabalha	–0,473	0,82	0,14	0,22	0,46	0,41	1,21	0,3
	Nota FG	–0,273	0,791	0,66	0,27	0,71	0,35	4,756	0,696

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2018).

Obs.: As pequenas diferenças para as estimativas do ATT e do erro-padrão apresentadas nas linhas “Sem simulação” em relação às estimativas originais, apresentadas anteriormente, se devem aos algoritmos adotados nos diferentes comandos do software Stata utilizados ao longo da pesquisa.

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

Tabela 8: Sensibilidades dos resultados, Enade 2017, cursos de licenciatura (continuação)

		ATT	E. P.	p11	p10	p01	p00	Γ	Λ
Filosofia	Sem simulação	-4,416 ***	0,971	-	-	-	-	-	-
	Simulado como:								
	Neutro	-3,820 ***	1,143	0,5	0,5	0,5	0,5	1,009	1,007
	Cônjuge	-3,256 **	1,423	0,58	0,58	0,22	0,25	0,845	4,61
	Não trabalha	-3,384 ***	1,292	0,15	0,2	0,5	0,48	1,078	0,217
	Nota FG	-3,294 ***	1,169	0,72	0,31	0,68	0,37	3,776	0,792
Educação Física	Sem simulação	-4,742 ***	0,388	-	-	-	-	-	-
	Simulado como:								
	Neutro	-5,068 ***	0,462	0,5	0,5	0,5	0,5	1,003	1,004
	Cônjuge	-4,934 ***	0,486	0,56	0,45	0,19	0,2	0,95	3,876
	Não trabalha	-4,963 ***	0,468	0,15	0,23	0,39	0,35	1,204	0,432
	Nota FG	-4,608 ***	0,465	0,66	0,3	0,66	0,35	3,646	0,702
Ciência da Computação	Sem simulação	0,249	1,543	-	-	-	-	-	-
	Simulado como:								
	Neutro	-0,348	1,812	0,5	0,5	0,5	0,5	1,031	1,014
	Cônjuge	-0,245	1,95	0,5	0,5	0,31	0,35	0,837	2,079
	Não trabalha	-0,308	1,995	0,15	0,13	0,4	0,38	1,093	0,251
	Nota FG	-0,809	1,868	0,76	0,36	0,64	0,34	3,731	1,297
Música	Sem simulação	0,042	1,06	-	-	-	-	-	-
	Simulado como:								
	Neutro	-0,374	1,300	0,5	0,5	0,5	0,5	1,007	1,009
	Cônjuge	0,267	1,467	0,62	0,61	0,24	0,33	0,631	3,972
	Não trabalha	-0,406	1,34	0,07	0,1	0,2	0,22	0,858	0,36
	Nota FG	-0,079	1,317	0,65	0,36	0,67	0,36	3,695	0,877
Ciências Sociais	Sem simulação	-3,222 **	1,469	-	-	-	-	-	-
	Simulado como:								
	Neutro	-3,039 *	1,633	0,5	0,5	0,5	0,5	1,012	1,006
	Cônjuge	-1,995	1,937	0,66	0,71	0,22	0,31	0,609	6,353
	Não trabalha	-2,438	1,84	0,15	0,14	0,53	0,45	1,363	0,171
	Nota FG	-2,725 *	1,619	0,69	0,28	0,66	0,38	3,237	0,741

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2018).

Obs.: As pequenas diferenças para as estimativas do ATT e do erro-padrão apresentadas nas linhas “Sem simulação” em relação às estimativas originais, apresentadas anteriormente, se devem aos algoritmos adotados nos diferentes comandos do software Stata utilizados ao longo da pesquisa.

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

valores dentro do esperado, de acordo com o efeito previsto das variáveis simuladas.

Isso indica uma consistência de resultados mesmo na presença de possíveis variáveis não observadas. Portanto, é possível admitir que a diversidade de resultados encontrados se deve essencialmente a uma heterogeneidade real de impactos do EAD sobre os diferentes cursos de licenciatura, não sendo decorrentes de fatores não observáveis capazes de enviesar os resultados gerais verificados.

Por outro lado, um padrão identificado com certa frequência na Tabela 8 são estimativas originais para o ATT ligeiramente superiores, em termos absolutos, em comparação com os ATT estimados com a inclusão das variáveis artificialmente simuladas. Dessa forma, embora variáveis não observáveis pareçam incapazes de distorcer as conclusões gerais acerca dos verdadeiros parâmetros em relação à direção e significância dos impactos calculados, não se deve descartar a possibilidade de que a não inclusão de tais variáveis acaba por superestimar os impactos negativos do EAD verificados em algumas licenciaturas.

Logo, diante do exposto, é possível concluir que os contrafactuais criados considerando a hipótese de dependência condicional são confiáveis o suficiente para indicar corretamente a direção dos impactos dos cursos EAD sobre seus alunos, mas, ainda assim, a capacidade destes mesmos contrafactuais em representar com precisão a dimensão real dos impactos deve ser considerada com um pouco mais de cautela. Novamente, a análise de sensibilidade sugere que não há estimativas significativas de efeito positivo. No entanto, verificam-se resultados significativos e negativos, como também não significativos.

5 Considerações finais

Este trabalho buscou avaliar a efetividade do ensino superior a distância dos cursos de licenciatura no Brasil por meio da avaliação de impacto do EAD sobre as provas dos alunos concluintes no Enade 2017. Para isso, foi adotada a técnica dos escores de propensão, admitindo as hipóteses de seleção por observáveis e de suporte comum. Como análise adicional, considerou-se ainda a subamostra composta exclusivamente por alunos das IES públicas, visando a avaliação da efetividade do Sistema UAB.

Os resultados encontrados não permitem a formulação de uma única conclusão generalizada a respeito da efetividade do EAD para todas as licenciaturas incluídas no estudo. Ainda assim, foram verificados impactos predominantemente negativos ou nulos, a depender do curso em questão, o que torna possível ao menos descartar a possibilidade de uma efetividade do EAD superior à do ensino presencial. Apesar das estimativas menos precisas, o cenário observado na análise desagregada do UAB é semelhante, embora a divisão de cursos de acordo com a existência de impactos negativos ou nulos não seja necessariamente coincidente com a divisão anterior, que considera todos os alunos.

Desagregando os resultados relativos ao curso de Pedagogia com base nas características socioeconômicas de seus alunos, foram encontrados resultados predominantemente negativos em todas as subamostras, com exceção dos estudantes do sexo masculino. Impactos maiores foram identificados em alunos com menor nota de formação geral, mais jovens, de menor renda e que não

trabalhavam, mas em geral a oscilação na amplitude dos resultados não foi muito grande.

Ao longo do trabalho também foram realizados testes para avaliar a qualidade dos contrafactuais criados por meio dos escores de propensão e a sensibilidade dos resultados frente a possíveis desvios da hipótese de seleção por observáveis. Os resultados destes testes sugerem que foram utilizados bons contrafactuais e que eventuais desvios das hipóteses adotadas não alteram as conclusões individuais, identificadas para cada curso, embora exista a possibilidade de que os impactos negativos estimados estejam ligeiramente superestimados. Assim, é possível assegurar que a diversidade de resultados encontrados não é consequência de uma eventual deficiência metodológica da pesquisa, mas reflete o real cenário diversificado dos cursos de licenciatura a distância existente no país.

Dessa forma, quando considerado somente o número de cursos avaliados, os resultados da pesquisa corroboram parcialmente o “*no significant difference phenomenon*”, em que não foi possível definir com clareza os impactos do EAD nas licenciaturas. No entanto, considerando o número de alunos envolvidos, os resultados são amplamente negativos, levando em conta que mais de 90% dos estudantes do ensino a distância concentram-se em cursos de licenciatura com desempenho abaixo do ensino presencial, especialmente em Pedagogia.

Porém, os resultados da pesquisa limitam-se à avaliação acadêmica de diferentes modalidades de cursos de licenciatura, o que não implica, necessariamente, que a maior parte dos alunos graduados pelo EAD serão também piores professores, e que, portanto, a modalidade a distância deve ser prontamente desencorajada, especialmente em um contexto de dificuldade de retenção de professores no país. Dessa forma, pesquisas que abordem o desempenho profissional futuro destes alunos são bem-vindas.

Portanto, mais estudos na área ainda são demandados, especialmente com o adequado rigor metodológico necessário. Além de novas avaliações de impacto, são necessários também estudos que sejam capazes de compreender os motivos pelos quais persistam as disparidades de efetividade entre os diferentes cursos a distância, para que assim, a partir da compreensão do desenho e da dinâmica dos casos de maior sucesso, seja possível aprimorar e expandir a política educacional para o setor, como previsto no atual Plano Nacional de Educação.

Referências

- ALLEN, Mike *et al.* Evaluating the effectiveness of distance learning: A comparison using meta-analysis. *Journal of Communication*, v. 54, n. 3, p. 402–420, 2004.
- ALONSO, Katia Morosov; SILVA, Danilo Garcia. A educação a distância e a formação on-line: o cenário das pesquisas, metodologias e tendências. *Educação & Sociedade*, v. 39, n. 143, p. 499–514, 2018.
- ANSTINE, Jeff; SKIDMORE, Mark. A small sample study of traditional and online courses with sample selection adjustment. *Journal of Economic Education*, v. 36, n. 2, p. 107–127, 2005.

- BATISTA, Antonio Barros *et al.* Desempenho discente nos Enades 2009 e 2012 do curso de Ciências Contábeis do Nordeste Brasileiro: uma análise comparativa entre o ensino à distância e o ensino presencial. *In: ANAIS do XXI Congresso Brasileiro de Custos*. Natal: [s. n.], 2014.
- BERNARD, Robert M *et al.* How does distance education compare with classroom instruction? A meta-analysis of the empirical literature. *Review of Educational Research*, v. 74, n. 3, p. 379–439, 2004.
- BOCCIA, Maria Beatriz. Estudo comparativo do desempenho dos alunos do curso de pedagogia: presencial x EAD. *In: ANAIS do Seminário Internacional de Educação Superior*. Sorocaba: [s. n.], 2014.
- BOWEN, William G *et al.* Interactive learning online at public universities: Evidence from a six-campus randomized trial. *Journal of Policy Analysis and Management*, v. 33, n. 1, p. 94–111, 2014.
- BRASIL. *Decreto nº 5.800 de 8 de junho de 2006*. Brasília: [s. n.], 2006.
- BRASIL. *Lei nº 13.005 de 25 de junho de 2014*. Brasília: [s. n.], 2014.
- BRASIL. *Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996*. Brasília: [s. n.], 1996.
- BRITTO, Ana Maria; WALTEBERG, Fábio D. É atrativo tornar-se professor do Ensino Médio no Brasil? Evidências com base em decomposições paramétricas e não paramétricas. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, v. 44, n. 1, p. 5–44, 2014.
- CAETANO, Cássia Cristiane Rodrigues *et al.* Desempenho no ENADE em Ciências Contábeis: ensino a distância (EAD) versus presencial. *Revista Universo Contábil*, v. 11, n. 4, p. 147–165, 2015.
- CALIENDO, Marco; KOPEINIG, Sabine. Some practical guidance for the implementation of propensity score matching. *Journal of Economic Surveys*, v. 22, n. 1, p. 31–72, 2008.
- CERULLI, Giovanni. *Econometric Evaluation of Socio-Economic Programs: Theory and Applications*. [S. l.]: Springer, 2015. v. 49. (Advanced Studies in Theoretical and Applied Econometrics Series).
- COATES, David *et al.* “No significant distance” between face-to-face and online instruction: evidence from principles of economics. *Economics of Education Review*, v. 23, n. 5, p. 533–546, 2004.
- CONCEIÇÃO, Otávio C; FRANÇA, Márcia T A; JACINTO, Paulo A. O programa Ciência Sem Fronteiras contribui na formação dos estudantes? Uma análise a partir do Enade 2013. *In: 44º ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA*.
- DESCHACHT, Nick; GOEMAN, Koen. The effect of blended learning on course persistence and performance of adult learners: A difference-in-differences analysis. *Computers & Education*, v. 87, p. 83–89, 2015.

- FAJARDO, Bruno Alberto Grisotto; ALMEIDA, Martinho Isnard Ribeiro. Determinantes do desempenho dos cursos de bacharelado em administração no Brasil: uma análise dos resultados do Enade 2015. In: ANAIS DO 23º CONGRESSO INTERNACIONAL ABED DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA.
- FEIJÓ, Edilene Jorge. *Avaliação do desempenho de discentes na disciplina Administração dos Serviços de Enfermagem na modalidade de educação a distância*. 2010. 134 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Enfermagem Assistencial) – Escola de Enfermagem Aurora de Afonso Costa, Niterói.
- FIGLIO, David; RUSH, Mark; YIN, Ling. Is it live or is it internet? Experimental estimates of the effects of online instruction on student learning. *Journal of Labor Economics*, v. 31, n. 4, p. 763–784, 2013.
- FIGUEIREDO, Mariana Augusta *et al.* Avaliação dos cursos de graduação: estudo comparativo entre cursos oferecidos nas modalidades a distância e presencial. In: ANAIS DO 23º CONGRESSO INTERNACIONAL ABED DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA.
- GOSSENHEIMER, Adriane Nagel *et al.* Impact of distance education on academic performance in a pharmaceutical care course. *PloS one*, v. 12, n. 4, 2017.
- GRATTON-LAVOIE, Caroline; STANLEY, Denise. Teaching and learning principles of microeconomics online: An empirical assessment. *The Journal of Economic Education*, v. 40, n. 1, p. 3–25, 2009.
- HARMON, Oskar; LAMBRINOS, James. *Online Format vs. Live Mode of Instruction: Do Human Capital Differences or Differences in Returns to Human Capital Explain the Differences in Outcomes?* [S. l.], 2006.
- HARMON, Oskar; LAMBRINOS, James. *Testing the effect of hybrid lecture delivery on learning outcomes*. [S. l.], 2012.
- HECKMAN, James J; LALONDE, Robert J; SMITH, Jeffrey A. The economics and econometrics of active labor market programs. In: ASHENFELTER, Orley C; CARD, David. *Handbook of labor economics*. [S. l.]: Elsevier, 1999. p. 1865–2097.
- ICHINO, Andrea; MEALLI, Fabrizia; NANNICINI, Tommaso. From temporary help jobs to permanent employment: what can we learn from matching estimators and their sensitivity? *Journal of Applied Econometrics*, v. 23, n. 3, p. 305–327, 2008.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA — INEP. *Microdados do Enade 2017*. Brasília: Inep, 2018.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA — INEP. *Sinopses Estatísticas da Educação Superior*. Brasília: Inep, 2019.

- KHANDKER, Shahidur R.; KOOLWAL, Gayatri B.; SAMAD, Hussain A. *Handbook on Impact Evaluation: Quantitative Methods and Practices*. [S. l.]: The World Bank, 2009.
- KIPNIS, Bernardo. Educação superior a distância no Brasil: tendências e perspectivas. In: LITTO, Fredric Michael; FORMIGA, Marcos Maciel. *Educação a distância: o estado da arte*. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009. p. 67–88.
- KLUG, Yannick S *et al.* Ensino Superior em Contabilidade: Análise da Influência da Modalidade de Ensino no Desempenho Discente Conforme ENADE e CPC. In: ANAIS DO XVIII USP INTERNATIONAL CONFERENCE IN ACCOUNTING.
- LACK, Karen A. *Current status of research on online learning in postsecondary education*. [S. l.], 2013.
- LEITÃO, Thiago Miguel Sabino Pereira *et al.* Uma análise acerca do boicote dos estudantes aos exames de avaliação da educação superior. *Revista Brasileira de Educação*, v. 15, n. 43, p. 21–44, 2010.
- LEPINE, Andrea. Financial Aid and Student Performance in College: Evidence from Brazil. *Brazilian Review of Econometrics*, v. 38, n. 2, p. 221–261, 2018.
- LEUVEN, Edwin; SIANESI, Barbara. *PSMATCH2: Stata module to perform full Mahalanobis and propensity score matching, common support graphing, and covariate imbalance testing*. [S. l.: s. n.], 2003. Statistical Software Components, Boston College Department of Economics.
- LIMA, Elizeu Bandeira *et al.* EaD em Ciências Contábeis: uma análise comparada do desempenho dos cursos no estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância*, v. 15, 2016.
- LITTO, Fredric Michael. As interfaces da EAD na educação brasileira. *Revista USP*, n. 100, p. 57–66, 2014.
- LITTO, Fredric Michael. Infrações que prejudicam a imagem da EAD. In: LITTO, Fredric Michael; FORMIGA, Manuel Marcos Maciel. *Educação a distância: o estado da arte*. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012. v. 2, p. 43–58.
- LOUZANO, Paula *et al.* Quem quer ser professor? Atratividade, seleção e formação do docente no Brasil. *Estudos em Avaliação Educacional*, v. 21, n. 47, p. 543–568, 2010.
- MARTINS, Luciana Barin; ZERBINI, Thais. Educação a distância em instituições de ensino superior: uma revisão de pesquisas. *Revista Psicologia Organizações e Trabalho*, v. 14, n. 3, p. 271–282, 2014.
- MEANS, Barbara *et al.* The effectiveness of online and blended learning: A meta-analysis of the empirical literature. *Teachers College Record*, v. 115, n. 3, p. 1–47, 2013.

- MILL, Daniel. A Universidade Aberta do Brasil. In: LITTO, Fredric Michael; FORMIGA, Manuel Marcos Maciel. *Educação a distância: o estado da arte*. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012. v. 2, p. 265–282.
- MOTA, Ronaldo. A Universidade Aberta do Brasil. In: LITTO, Fredric Michael; FORMIGA, Manuel Marcos Maciel. *Educação a distância: o estado da arte*. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2009. v. 1.
- NANNICINI, Tommaso. Simulation-based sensitivity analysis for matching estimators. *The Stata Journal*, v. 7, n. 3, p. 334–350, 2007.
- NASCIMENTO, Luis Felipe; CZYKIEL, Renata; FIGUEIRÓ, Paola Schmitt. Presencial ou a distância: a modalidade de ensino influencia na aprendizagem? *Administração: Ensino e Pesquisa*, v. 14, n. 2, p. 311–341, 2013.
- NGUYEN, Tuan. The effectiveness of online learning: Beyond no significant difference and future horizons. *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, v. 11, n. 2, p. 309–319, 2015.
- OLIVEIRA, Édison Trombeta; PICONEZ, Stela Conceição Bertholo. Avaliação da educação superior nas modalidades presencial e a distância: análises com base no Conceito Preliminar de Cursos (CPC). *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior*, v. 22, n. 3, p. 833–851, 2017.
- PHIPPS, Ruth; MERISOTIS, Jamie. *What's the difference? A review of contemporary research on the effectiveness of distance learning in higher education*. Washington, DC, 1999.
- PINTO, Cristine Campos de Xavier. Pareamento. In: MENEZES-FILHO, Naercio Aquino; PINTO, Cristine Campos de Xavier (org.). *Avaliação econômica de projetos sociais*. 3. ed. São Paulo: Fundação Itaú Social, 2017.
- ROSENBAUM, Paul R; RUBIN, Donald B. The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika*, v. 70, n. 1, p. 41–55, 1983.
- RUSSELL, Thomas L. *The no significant difference phenomenon*. [S. l.], 1999.
- SALES, João Tobias Lima. Estudo comparativo do desenvolvimento da oralidade em língua inglesa nas modalidades presencial e a distância. *EmRede-Revista de Educação a Distância*, v. 3, n. 1, p. 119–134, 2016.
- SHEA, Peter; BIDJERANO, Temi. Does online learning impede degree completion? A national study of community college students. *Computers & Education*, v. 75, p. 103–111, 2014.
- SIANESI, Barbara. An evaluation of the Swedish system of active labor market programs in the 1990s. *Review of Economics and Statistics*, v. 86, n. 1, p. 133–155, 2004.

- SILVA, João Augusto Ramos; ROCHA, Elisângela Cintia Martins. Gestão Acadêmica de Cursos de Graduação em Administração: Comparação entre um curso presencial e outro a distância. *Revista Gestão Universitária na América Latina-GUAL*, v. 5, n. 4, p. 153–171, 2012.
- SOUZA, Carmem Lisiane Esouto *et al.* Modalidades de educação a distância e presencial na formação profissional em saúde: análise do processo de aprendizagem. *EmRede-Revista de Educação a Distância*, v. 4, n. 1, p. 91–105, 2017.
- TAMIM, Rana M *et al.* What forty years of research says about the impact of technology on learning: A second-order meta-analysis and validation study. *Review of Educational Research*, v. 81, n. 1, p. 4–28, 2011.
- TARTUCE, Gisela Lobo Bessa Pereira; NUNES, Maria Carmo Rezende; ALMEIDA, Paulo Cezar Araujo. Alunos do ensino médio e atratividade da carreira docente no Brasil. *Cadernos de Pesquisa*, v. 40, n. 140, p. 445–477, 2010.
- XU, Di; JAGGARS, Shanna Smith. Performance gaps between online and face-to-face courses: Differences across types of students and academic subject areas. *Journal of Higher Education*, v. 85, n. 5, p. 633–659, 2014.
- XU, Di; JAGGARS, Shanna Smith. The effectiveness of distance education across Virginia's community colleges: Evidence from introductory college-level math and English courses. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, v. 33, n. 3, p. 360–377, 2011.
- XU, Di; JAGGARS, Shanna Smith. The impact of online learning on students' course outcomes: Evidence from a large community and technical college system. *Economics of Education Review*, v. 37, p. 46–57, 2013.
- ZAWACKI-RICHTER, Olaf; BÄCKER, Eva M; VOGT, Sebastian. Review of distance education research (2000 to 2008): Analysis of research areas, methods, and authorship patterns. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, v. 10, n. 6, p. 21–50, 2009.
- ZHAO, Yong *et al.* What makes the difference? A practical analysis of research on the effectiveness of distance education. *Teachers College Record*, v. 107, n. 8, p. 1836–1884, 2005.

- Apêndice A** Comparação amostral do EAD
- Apêndice B** Estatística descritiva das variáveis
- Apêndice C** Estimativas logit dos escores de propensão
- Apêndice D** Teste de sensibilidade da amostra UAB

Tabela A.1: Comparação amostral do EAD, Enade 2017, cursos de licenciatura

Variável	Matemática			Letras Português		
	Amostra	Excluído	Diferença	Amostra	Excluído	Diferença
Idade	34,378	35,043	0,665	35,304	36,748	-1,443***
Mulher	0,482	0,444	0,038*	0,801	0,755	0,046***
Minoria	0,459	0,518	-0,059***	0,507	0,543	-0,035*
Mora_Conjuge_Filhos	0,627	0,651	-0,023	0,637	0,652	-0,015
Renda_Menor_3SM	0,537	0,546	-0,009	0,590	0,637	-0,046**
Renda_Menor_6SM	0,321	0,292	0,028	0,305	0,264	0,041**
Renda_Maior_6SM	0,142	0,161	-0,019	0,105	0,100	0,005
Trabalho_Ate_20	0,185	0,150	0,035**	0,193	0,201	-0,007
Trabalho_Mais_20	0,669	0,682	-0,013	0,604	0,578	0,025
Trabalho_Nao	0,146	0,168	-0,022	0,203	0,221	-0,018
Medio_Publico	0,829	0,840	-0,012	0,865	0,865	0,001
Observações	2397	701		2730	702	
NT_FG	51,036	51,112	-0,076	49,723	50,270	-0,548
NT_CE	34,279	33,748	0,531	37,106	36,489	0,618
Observações	2397	105		2730	124	

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2018).

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

Tabela A.1: Comparação amostral do EAD, Enade 2017, cursos de licenciatura (*continuação*)

Variável	Letras Inglês			Letras Espanhol		
	Amostra	Excluído	Diferença	Amostra	Excluído	Diferença
Idade	34,948	36,277	-1,329**	36,190	37,704	-1,514*
Mulher	0,789	0,752	0,037	0,830	0,822	0,008
Minoria	0,367	0,403	-0,037	0,522	0,578	-0,056
Mora_Conjuge_Filhos	0,614	0,618	-0,003	0,685	0,600	0,085*
Renda_Menor_3SM	0,450	0,471	-0,021	0,555	0,556	0,000
Renda_Menor_6SM	0,366	0,387	-0,021	0,329	0,319	0,010
Renda_Maior_6SM	0,185	0,143	0,042	0,116	0,126	-0,010
Trabalho_Ate_20	0,210	0,197	0,013	0,184	0,096	0,087**
Trabalho_Mais_20	0,640	0,647	-0,007	0,644	0,719	-0,074
Trabalho_Nao	0,150	0,155	-0,006	0,172	0,185	-0,013
Medio_Publico	0,807	0,870	-0,063**	0,911	0,844	0,067**
Observações	1094	238		517	135	
NT_FG	54,241	56,377	-2,137	51,542	54,482	-2,940
NT_CE	40,765	46,653	-5,888***	39,599	46,921	-7,322**
Observações	1094	53		517	33	

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2018).

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

Tabela A.1: Comparação amostral do EAD, Enade 2017, cursos de licenciatura (*continuação*)

Variável	Física			Química			Ciências Biológicas		
	Amostra	Excluído	Diferença	Amostra	Excluído	Diferença	Amostra	Excluído	Diferença
Idade	35,657	34,254	1,403	32,647	34,266	-1,619*	33,090	34,386	-1,295**
Mulher	0,327	0,358	-0,032	0,559	0,504	0,056	0,732	0,692	0,039**
Minoria	0,408	0,552	-0,144***	0,486	0,525	-0,039	0,507	0,508	-0,001
Mora_Conjuge_Filhos	0,580	0,604	-0,025	0,529	0,669	-0,140***	0,549	0,599	-0,050**
Renda_Menor_3SM	0,404	0,493	-0,088*	0,514	0,518	-0,004	0,628	0,637	-0,009
Renda_Menor_6SM	0,355	0,276	0,079	0,289	0,353	-0,064	0,280	0,273	0,007
Renda_Maior_6SM	0,241	0,231	0,009	0,198	0,130	0,068*	0,092	0,090	0,001
Trabalho_Ate_20	0,114	0,209	-0,095**	0,140	0,180	-0,040	0,172	0,158	0,014
Trabalho_Mais_20	0,784	0,649	0,134***	0,647	0,676	-0,029	0,589	0,605	-0,016
Trabalho_Nao	0,102	0,142	-0,040	0,213	0,144	0,069*	0,239	0,237	0,002
Medio_Publico	0,743	0,821	-0,078*	0,793	0,827	-0,034	0,833	0,873	-0,040**
Observações	245	134		329	139		1896	708	
NT_FG	54,514	57,320	-2,806	54,474	52,445	2,029	50,592	51,441	-0,849
NT_CE	34,427	38,205	-3,778	33,083	34,818	-1,736	40,125	41,075	-0,950
Observações	245	20		329	11		1896	101	

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2018).

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

Tabela A.1: Comparação amostral do EAD, Enade 2017, cursos de licenciatura (*continuação*)

Variável	Pedagogia			História			Artes Visuais		
	Amostra	Excluído	Diferença	Amostra	Excluído	Diferença	Amostra	Excluído	Diferença
Idade	34,785	36,239	-1,454***	36,757	37,183	-0,426	36,496	37,160	-0,665
Mulher	0,943	0,925	0,018***	0,499	0,468	0,032	0,838	0,796	0,043*
Minoria	0,446	0,474	-0,027***	0,447	0,495	-0,048**	0,299	0,355	-0,056**
Mora_Conjuge_Filhos	0,713	0,718	-0,006	0,650	0,621	0,029	0,650	0,657	-0,007
Renda_Menor_3SM	0,651	0,660	-0,009	0,547	0,555	-0,009	0,515	0,531	-0,016
Renda_Menor_6SM	0,278	0,271	0,006	0,333	0,318	0,014	0,365	0,381	-0,016
Renda_Maior_6SM	0,071	0,068	0,003	0,120	0,126	-0,006	0,120	0,088	0,032
Trabalho_Ate_20	0,182	0,193	-0,011**	0,161	0,148	0,013	0,206	0,248	-0,043*
Trabalho_Mais_20	0,592	0,581	0,011*	0,656	0,652	0,004	0,619	0,572	0,046
Trabalho_Nao	0,226	0,226	0,000	0,182	0,200	-0,017	0,176	0,179	-0,004
Medio_Publico	0,911	0,907	0,004	0,859	0,856	0,003	0,855	0,855	-0,001
Observações	50809	8015		3511	776		1458	318	
NT_FG	48,188	46,780	1,407***	51,926	51,891	0,035	47,996	48,013	-0,017
NT_CE	39,388	37,851	1,537***	38,374	39,161	-0,787	47,759	47,328	0,431
Observações	50809	2289		3511	209		1458	94	

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do [INEP \(2018\)](#).

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

Tabela A.1: Comparação amostral do EAD, Enade 2017, cursos de licenciatura (*continuação*)

Variável	Geografia			Filosofia			Educação Física		
	Amostra	Excluído	Diferença	Amostra	Excluído	Diferença	Amostra	Excluído	Diferença
Idade	35,307	36,531	-1,224**	37,261	37,755	-0,494	30,865	31,384	-0,519
Mulher	0,568	0,591	-0,023	0,516	0,490	0,026	0,417	0,386	0,031
Minoria	0,448	0,477	-0,029	0,471	0,483	-0,011	0,525	0,572	-0,047**
Mora_Conjuge_Filhos	0,645	0,662	-0,017	0,578	0,617	-0,039	0,488	0,477	0,011
Renda_Menor_3SM	0,610	0,678	-0,068**	0,545	0,579	-0,033	0,651	0,649	0,002
Renda_Menor_6SM	0,305	0,243	0,063**	0,296	0,280	0,016	0,272	0,265	0,007
Renda_Maior_6SM	0,085	0,079	0,006	0,159	0,142	0,017	0,077	0,086	-0,009
Trabalho_Ate_20	0,170	0,204	-0,034	0,197	0,169	0,029	0,196	0,221	-0,025
Trabalho_Mais_20	0,639	0,602	0,037	0,626	0,617	0,010	0,601	0,582	0,019
Trabalho_Nao	0,190	0,193	-0,003	0,176	0,215	-0,038	0,203	0,196	0,006
Medio_Publico	0,891	0,902	-0,011	0,842	0,854	-0,012	0,898	0,876	0,022
Observações	1891	367		1135	261		3418	596	
NT_FG	49,274	50,374	-1,100	52,228	48,232	3,996**	43,694	41,167	2,527**
NT_CE	41,476	41,918	-0,442	39,676	37,525	2,151	37,165	32,421	4,743***
Observações	1891	88		1135	114		3418	193	

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2018).

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

Tabela A.1: Comparação amostral do EAD, Enade 2017, cursos de licenciatura (*continuação*)

Variável	Ciência da Computação			Música			Ciências Sociais		
	Amostra	Excluído	Diferença	Amostra	Excluído	Diferença	Amostra	Excluído	Diferença
Idade	33,113	35,079	-1,965**	36,202	36,033	0,169	39,876	38,817	1,058
Mulher	0,348	0,207	0,141***	0,380	0,257	0,123***	0,548	0,452	0,097*
Minoria	0,551	0,614	-0,064	0,398	0,448	-0,050	0,373	0,355	0,018
Mora_Conjuge_Filhos	0,498	0,607	-0,109**	0,615	0,614	0,000	0,690	0,602	0,088
Renda_Menor_3SM	0,534	0,514	0,020	0,353	0,411	-0,057	0,416	0,441	-0,025
Renda_Menor_6SM	0,344	0,321	0,023	0,444	0,423	0,021	0,396	0,398	-0,002
Renda_Maior_6SM	0,121	0,164	-0,043	0,202	0,166	0,037	0,188	0,161	0,027
Trabalho_Ate_20	0,138	0,079	0,059*	0,252	0,253	-0,001	0,147	0,118	0,029
Trabalho_Mais_20	0,725	0,814	-0,090**	0,659	0,681	-0,022	0,711	0,763	-0,053
Trabalho_Nao	0,138	0,107	0,031	0,089	0,066	0,022	0,142	0,118	0,024
Medio_Publico	0,810	0,821	-0,012	0,812	0,817	-0,006	0,832	0,839	-0,006
Observações	247	140		563	241		394	93	
NT_FG	54,090	54,056	0,035	50,933	53,260	-2,327	52,881	51,172	1,709
NT_CE	39,434	34,400	5,034	42,003	42,733	-0,730	41,104	36,494	4,610
Observações	247	9		563	30		394	18	

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2018).

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

Tabela B.1: Estatística descritiva das variáveis, Enade 2017, cursos de licenciatura

Variável	Matemática					Letras Português				
	Presencial		EAD		Diferença	Presencial		EAD		Diferença
	Média	Desv. Pad.	Média	Desv. Pad.		Média	Desv. Pad.	Média	Desv. Pad.	
NT_CE	37,12	14,55	34,28	13,15	2,84***	41,99	15,52	37,11	13,95	4,88***
NT_FG	51,34	15,74	51,04	16,06	0,31	52,35	14,48	49,72	14,72	2,63***
Idade	27,44	7,37	34,38	9,46	-6,94***	28,39	7,99	35,30	9,50	-6,91***
Mulher	0,49	0,50	0,48	0,50	0,01	0,79	0,41	0,80	0,40	-0,02*
Minoria	0,56	0,50	0,46	0,50	0,1***	0,63	0,48	0,51	0,50	0,13***
Mora_Conjuge_Filhos	0,30	0,46	0,63	0,48	-0,32***	0,32	0,47	0,64	0,48	-0,32***
Renda_Menor_3SM	0,67	0,47	0,54	0,50	0,13***	0,73	0,44	0,59	0,49	0,14***
Renda_Menor_6SM	0,26	0,44	0,32	0,47	-0,06***	0,20	0,40	0,30	0,46	-0,11***
Renda_Maior_6SM	0,07	0,26	0,14	0,35	-0,07***	0,07	0,26	0,10	0,31	-0,03***
Trabalho_Ate_20	0,22	0,42	0,18	0,39	0,04***	0,23	0,42	0,19	0,40	0,04***
Trabalho_Mais_20	0,41	0,49	0,67	0,47	-0,26***	0,31	0,46	0,60	0,49	-0,29***
Trabalho_Nao	0,37	0,48	0,15	0,35	0,22***	0,45	0,50	0,20	0,40	0,25***
Medio_Publico	0,85	0,36	0,83	0,38	0,02**	0,84	0,37	0,87	0,34	-0,03***

Variável	Letras Inglês					Letras Espanhol				
	Presencial		EAD		Diferença	Presencial		EAD		Diferença
	Média	Desv. Pad.	Média	Desv. Pad.		Média	Desv. Pad.	Média	Desv. Pad.	
NT_CE	42,59	15,68	40,76	15,04	1,83***	44,28	16,62	39,60	15,83	4,68***
NT_FG	54,02	14,07	54,24	15,23	-0,22	55,03	16,01	51,54	16,48	3,49***
Idade	27,52	7,80	34,95	9,37	-7,43***	28,72	8,46	36,19	9,48	-7,47***
Mulher	0,75	0,43	0,79	0,41	-0,04**	0,82	0,38	0,83	0,38	-0,01
Minoria	0,46	0,50	0,37	0,48	0,09***	0,55	0,50	0,52	0,50	0,03
Mora_Conjuge_Filhos	0,26	0,44	0,61	0,49	-0,35***	0,32	0,47	0,68	0,47	-0,36***
Renda_Menor_3SM	0,61	0,49	0,45	0,50	0,16***	0,73	0,45	0,56	0,50	0,17***
Renda_Menor_6SM	0,30	0,46	0,37	0,48	-0,07***	0,22	0,41	0,33	0,47	-0,11***
Renda_Maior_6SM	0,10	0,30	0,18	0,39	-0,09***	0,06	0,23	0,12	0,32	-0,06***
Trabalho_Ate_20	0,23	0,42	0,21	0,41	0,02	0,24	0,43	0,18	0,39	0,06***
Trabalho_Mais_20	0,40	0,49	0,64	0,48	-0,24***	0,34	0,47	0,64	0,48	-0,31***
Trabalho_Nao	0,37	0,48	0,15	0,36	0,22***	0,42	0,49	0,17	0,38	0,24***
Medio_Publico	0,82	0,38	0,81	0,39	0,01	0,84	0,36	0,91	0,28	-0,07***

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2018).

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

Tabela B.1: Estatística descritiva das variáveis, Enade 2017, cursos de licenciatura (*continuação*)

Variável	Física					Química				
	Presencial		EAD		Diferença	Presencial		EAD		Diferença
	Média	Desv. Pad.	Média	Desv. Pad.		Média	Desv. Pad.	Média	Desv. Pad.	
NT_CE	36,07	14,91	34,43	14,98	1,64	34,48	12,56	33,08	13,33	1,40*
NT_FG	56,16	15,74	54,51	15,33	1,64	55,26	14,97	54,47	15,77	0,78
Idade	26,88	6,49	35,66	9,58	-8,78***	26,30	5,85	32,65	8,54	-6,35***
Mulher	0,32	0,47	0,33	0,47	0,00	0,62	0,49	0,56	0,50	0,06**
Minoria	0,55	0,50	0,41	0,49	0,15***	0,53	0,50	0,49	0,50	0,04
Mora_Conjuge_Filhos	0,23	0,42	0,58	0,49	-0,35***	0,23	0,42	0,53	0,50	-0,30***
Renda_Menor_3SM	0,62	0,48	0,40	0,49	0,22***	0,64	0,48	0,51	0,50	0,13***
Renda_Menor_6SM	0,27	0,45	0,36	0,48	-0,08***	0,27	0,44	0,29	0,45	-0,02
Renda_Maior_6SM	0,10	0,30	0,24	0,43	-0,14***	0,09	0,29	0,20	0,40	-0,11***
Trabalho_Ate_20	0,24	0,43	0,11	0,32	0,13***	0,17	0,37	0,14	0,35	0,03
Trabalho_Mais_20	0,32	0,47	0,78	0,41	-0,47***	0,33	0,47	0,65	0,48	-0,32***
Trabalho_Nao	0,44	0,50	0,10	0,30	0,34***	0,51	0,50	0,21	0,41	0,30***
Medio_Publico	0,77	0,42	0,74	0,44	0,03	0,76	0,43	0,79	0,41	-0,03

Variável	Letras Inglês					Letras Espanhol				
	Presencial		EAD		Diferença	Presencial		EAD		Diferença
	Média	Desv. Pad.	Média	Desv. Pad.		Média	Desv. Pad.	Média	Desv. Pad.	
NT_CE	44,43	14,39	40,13	14,60	4,31***	44,00	15,06	39,39	15,20	4,62***
NT_FG	54,74	14,73	50,59	15,53	4,15***	50,65	15,81	48,19	16,35	2,46***
Idade	25,85	5,97	33,09	8,89	-7,24***	30,28	8,94	34,79	8,76	-4,50***
Mulher	0,70	0,46	0,73	0,44	-0,03***	0,94	0,25	0,94	0,23	-0,01***
Minoria	0,53	0,50	0,51	0,50	0,03**	0,56	0,50	0,45	0,50	0,12***
Mora_Conjuge_Filhos	0,20	0,40	0,55	0,50	-0,35***	0,45	0,50	0,71	0,45	-0,26***
Renda_Menor_3SM	0,68	0,47	0,63	0,48	0,05***	0,74	0,44	0,65	0,48	0,09***
Renda_Menor_6SM	0,24	0,43	0,28	0,45	-0,04***	0,21	0,41	0,28	0,45	-0,06***
Renda_Maior_6SM	0,08	0,28	0,09	0,29	-0,01	0,04	0,20	0,07	0,26	-0,03***
Trabalho_Ate_20	0,17	0,38	0,17	0,38	0,00	0,19	0,40	0,18	0,39	0,01***
Trabalho_Mais_20	0,27	0,44	0,59	0,49	-0,32***	0,42	0,49	0,59	0,49	-0,18***
Trabalho_Nao	0,56	0,50	0,24	0,43	0,32***	0,39	0,49	0,23	0,42	0,16***
Medio_Publico	0,78	0,42	0,83	0,37	-0,05***	0,90	0,30	0,91	0,29	-0,01***

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2018).

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

Tabela B.1: Estatística descritiva das variáveis, Enade 2017, cursos de licenciatura (*continuação*)

Variável	História					Artes Visuais				
	Presencial		EAD		Diferença	Presencial		EAD		Diferença
	Média	Desv. Pad.	Média	Desv. Pad.		Média	Desv. Pad.	Média	Desv. Pad.	
NT_CE	43,02	15,95	38,37	14,82	4,64***	57,53	15,63	47,76	15,92	9,77***
NT_FG	55,23	14,50	51,93	15,50	3,3 ***	53,52	15,06	48,00	15,67	5,52***
Idade	27,87	8,32	36,76	10,00	-8,89***	29,46	9,44	36,50	9,60	-7,04***
Mulher	0,51	0,50	0,50	0,50	0,01	0,70	0,46	0,84	0,37	-0,13***
Minoria	0,55	0,50	0,45	0,50	0,1 ***	0,41	0,49	0,30	0,46	0,11***
Mora_Conjuge_Filhos	0,25	0,43	0,65	0,48	-0,40***	0,26	0,44	0,65	0,48	-0,39***
Renda_Menor_3SM	0,66	0,47	0,55	0,50	0,11***	0,56	0,50	0,52	0,50	0,04**
Renda_Menor_6SM	0,25	0,43	0,33	0,47	-0,09***	0,31	0,46	0,36	0,48	-0,06***
Renda_Maior_6SM	0,10	0,30	0,12	0,33	-0,02***	0,13	0,34	0,12	0,33	0,01
Trabalho_Ate_20	0,19	0,40	0,16	0,37	0,03***	0,27	0,45	0,21	0,40	0,07***
Trabalho_Mais_20	0,35	0,48	0,66	0,48	-0,30***	0,31	0,46	0,62	0,49	-0,31***
Trabalho_Nao	0,45	0,50	0,18	0,39	0,27***	0,41	0,49	0,18	0,38	0,24***
Medio_Publico	0,78	0,41	0,86	0,35	-0,07***	0,73	0,44	0,85	0,35	-0,13***

Variável	Geografia					Filosofia				
	Presencial		EAD		Diferença	Presencial		EAD		Diferença
	Média	Desv. Pad.	Média	Desv. Pad.		Média	Desv. Pad.	Média	Desv. Pad.	
NT_CE	45,81	16,10	41,48	15,64	4,34***	46,96	16,62	39,68	17,04	7,29***
NT_FG	53,45	14,71	49,27	15,72	4,18***	55,47	14,94	52,23	16,48	3,24***
Idade	28,79	7,92	35,31	9,43	-6,52***	30,38	9,88	37,26	10,63	-6,88***
Mulher	0,50	0,50	0,57	0,50	-0,07***	0,33	0,47	0,52	0,50	-0,19***
Minoria	0,62	0,49	0,45	0,50	0,17***	0,50	0,50	0,47	0,50	0,03
Mora_Conjuge_Filhos	0,29	0,45	0,65	0,48	-0,36***	0,23	0,42	0,58	0,49	-0,35***
Renda_Menor_3SM	0,73	0,44	0,61	0,49	0,12***	0,65	0,48	0,55	0,50	0,10***
Renda_Menor_6SM	0,21	0,40	0,31	0,46	-0,10***	0,24	0,43	0,30	0,46	-0,06***
Renda_Maior_6SM	0,06	0,25	0,08	0,28	-0,02***	0,11	0,31	0,16	0,37	-0,05***
Trabalho_Ate_20	0,19	0,40	0,17	0,38	0,02**	0,20	0,40	0,20	0,40	0,00
Trabalho_Mais_20	0,37	0,48	0,64	0,48	-0,27***	0,31	0,46	0,63	0,48	-0,32***
Trabalho_Nao	0,44	0,50	0,19	0,39	0,25***	0,49	0,50	0,18	0,38	0,32***
Medio_Publico	0,85	0,36	0,89	0,31	-0,04***	0,78	0,41	0,84	0,36	-0,06***

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2018).

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

Tabela B.1: Estatística descritiva das variáveis, Enade 2017, cursos de licenciatura (*continuação*)

Variável	Educação Física					Ciência da Computação				
	Presencial		EAD		Diferença	Presencial		EAD		Diferença
	Média	Desv. Pad.	Média	Desv. Pad.		Média	Desv. Pad.	Média	Desv. Pad.	
NT_CE	44,43	14,70	37,16	14,17	7,27***	39,79	13,42	39,43	13,98	0,36
NT_FG	47,09	14,71	43,69	14,88	3,39***	52,32	15,19	54,09	17,03	-1,77
Idade	25,96	6,20	30,87	7,80	-4,91***	27,89	6,98	33,11	8,35	-5,22***
Mulher	0,44	0,50	0,42	0,49	0,02**	0,35	0,48	0,35	0,48	0,00
Minoria	0,52	0,50	0,53	0,50	-0,01	0,60	0,49	0,55	0,50	0,04
Mora_Conjuge_Filhos	0,20	0,40	0,49	0,50	-0,29***	0,33	0,47	0,50	0,50	-0,17***
Renda_Menor_3SM	0,64	0,48	0,65	0,48	-0,01	0,67	0,47	0,53	0,50	0,14***
Renda_Menor_6SM	0,27	0,45	0,27	0,44	0,00	0,27	0,44	0,34	0,48	-0,08**
Renda_Maior_6SM	0,08	0,28	0,08	0,27	0,01	0,06	0,24	0,12	0,33	-0,06***
Trabalho_Ate_20	0,25	0,43	0,20	0,40	0,06***	0,13	0,34	0,14	0,35	-0,01
Trabalho_Mais_20	0,38	0,48	0,60	0,49	-0,22***	0,48	0,50	0,72	0,45	-0,25***
Trabalho_Nao	0,37	0,48	0,20	0,40	0,17***	0,39	0,49	0,14	0,35	0,25***
Medio_Publico	0,82	0,38	0,90	0,30	-0,08***	0,86	0,35	0,81	0,39	0,05*

Variável	Música					Ciências Sociais				
	Presencial		EAD		Diferença	Presencial		EAD		Diferença
	Média	Desv. Pad.	Média	Desv. Pad.		Média	Desv. Pad.	Média	Desv. Pad.	
NT_CE	44,84	15,01	42,00	14,65	2,84***	48,23	14,90	41,10	15,35	7,12***
NT_FG	51,85	16,15	50,93	15,54	0,92	57,03	14,28	52,88	16,14	4,15***
Idade	29,30	8,69	36,20	10,07	-6,90***	29,26	8,82	39,88	10,22	-10,62***
Mulher	0,39	0,49	0,38	0,49	0,01	0,62	0,49	0,55	0,50	0,07**
Minoria	0,51	0,50	0,40	0,49	0,11***	0,57	0,49	0,37	0,48	0,20***
Mora_Conjuge_Filhos	0,29	0,45	0,61	0,49	-0,33***	0,26	0,44	0,69	0,46	-0,43***
Renda_Menor_3SM	0,51	0,50	0,35	0,48	0,16***	0,64	0,48	0,42	0,49	0,23***
Renda_Menor_6SM	0,34	0,47	0,44	0,50	-0,11***	0,26	0,44	0,40	0,49	-0,14***
Renda_Maior_6SM	0,15	0,36	0,20	0,40	-0,05***	0,10	0,30	0,19	0,39	-0,09***
Trabalho_Ate_20	0,44	0,50	0,25	0,43	0,18***	0,19	0,39	0,15	0,35	0,04*
Trabalho_Mais_20	0,35	0,48	0,66	0,47	-0,31***	0,32	0,47	0,71	0,45	-0,39***
Trabalho_Nao	0,21	0,41	0,09	0,28	0,12***	0,49	0,50	0,14	0,35	0,35***
Medio_Publico	0,74	0,44	0,81	0,39	-0,07***	0,76	0,43	0,83	0,37	-0,08***

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2018).

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

Tabela C.1: Estimativas logit dos escores de propensão, amostra completa, Enade 2017

Variável	Matemática	Letras Português	Letras Inglês	Letras Espanhol	Física	Química	Ciências Biológicas	Pedagogia
NT_FG	-0,0005 (0,0017)	-0,0101*** (0,0018)	0,0018 (0,0027)	-0,0128*** (0,0037)	-0,0073 (0,005)	0,0001 (0,004)	-0,0096*** (0,0019)	-0,0097*** (0,0004)
Idade	0,0660*** (0,0034)	0,0541*** (0,003)	0,0631*** (0,0044)	0,0486*** (0,0066)	0,0860*** (0,0095)	0,0764*** (0,0082)	0,0818*** (0,0039)	0,0358*** (0,0008)
Mulher	0,2067*** (0,0548)	0,1955*** (0,064)	0,2559*** (0,0923)	0,2849* (0,1573)	0,6207*** (0,1697)	0,1740 (0,1282)	0,3226*** (0,0651)	0,0918*** (0,0293)
Minoria	-0,4148*** (0,0546)	-0,5786*** (0,052)	-0,4055*** (0,0789)	-0,1387 (0,1181)	-0,4224*** (0,1568)	-0,1517 (0,1247)	-0,2382*** (0,0582)	-0,4499*** (0,014)
Mora_Conjuge_Filhos	0,6611*** (0,0593)	0,7669*** (0,0545)	0,9371*** (0,0821)	0,8781*** (0,1271)	0,4191** (0,1686)	0,5345*** (0,1369)	0,7674*** (0,0625)	0,8535*** (0,0148)
Renda_Menor_6SM	0,0356 (0,0621)	0,3968*** (0,0608)	0,3307*** (0,0855)	0,3671*** (0,1355)	0,0140 (0,1806)	-0,0541 (0,1471)	0,0031 (0,0676)	0,2186*** (0,0166)
Renda_Maior_6SM	0,3055*** (0,0941)	0,3313*** (0,0962)	0,7049*** (0,1185)	1,0614*** (0,2211)	0,7006*** (0,2249)	0,4633** (0,182)	0,0273 (0,1089)	0,4861*** (0,032)
Trabalho_Mais_20	0,4264*** (0,0691)	0,5988*** (0,0652)	0,3281*** (0,0938)	0,6218*** (0,1485)	1,2251*** (0,2278)	0,5098*** (0,1805)	0,5081*** (0,078)	0,3360*** (0,0184)
Trabalho_Nao	-0,6024*** (0,0844)	-0,4412*** (0,0725)	-0,7164*** (0,1171)	-0,3825** (0,1731)	-0,5869** (0,2951)	-0,5051** (0,2013)	-0,5604*** (0,084)	-0,4475*** (0,02)
Medio_Publico	-0,0415 (0,0757)	0,2981*** (0,077)	0,1193 (0,1017)	0,6191*** (0,1954)	-0,0757 (0,1855)	-0,1157 (0,1569)	-0,1391* (0,0782)	-0,2527*** (0,0243)
Constante	-3,2544*** (0,1699)	-2,8520*** (0,1758)	-4,2015*** (0,2614)	-3,4621*** (0,4085)	-5,1167*** (0,4969)	-5,0557*** (0,4162)	-3,9123*** (0,1965)	-1,3431*** (0,0549)
Observações	8751	9800	5631	1980	2247	3963	10905	99519
LR χ^2	1596,82***	1948,28***	964,02***	409,23***	374,17***	309,43***	1907,10***	14648,43***
Pseudo R ²	0,1554	0,1680	0,1739	0,1800	0,2417	0,1365	0,1893	0,1062

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2018).

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

Tabela C.1: Estimativas logit dos escores de propensão, amostra completa, Enade 2017 (continuação)

Variável	História	Artes Visuais	Geografia	Filosofia	Educação Física	Ciência da Computação	Música	Ciências Sociais
NT_FG	-0,0098*** (0,0016)	-0,0176*** (0,0029)	-0,0156*** (0,002)	-0,0133*** (0,0029)	-0,0144*** (0,0013)	0,0050 (0,0054)	-0,0011 (0,0034)	-0,0182*** (0,0046)
Idade	0,0613*** (0,0027)	0,0434*** (0,0047)	0,0444*** (0,0036)	0,0288*** (0,0045)	0,0602*** (0,0029)	0,0682*** (0,0121)	0,0499*** (0,0062)	0,0611*** (0,0069)
Mulher	0,1268*** (0,0481)	0,4834*** (0,1056)	0,4531*** (0,0618)	0,8045*** (0,089)	0,0147 (0,0405)	0,2406 (0,1809)	0,1565 (0,1151)	-0,0633 (0,1369)
Minoria	-0,5451*** (0,048)	-0,5834*** (0,0923)	-0,7448*** (0,0606)	-0,1100 (0,0888)	-0,0872** (0,0399)	-0,1791 (0,1706)	-0,5918*** (0,1123)	-0,8487*** (0,1378)
Mora_Conjuge_Filhos	0,9685*** (0,0516)	1,1146*** (0,0934)	0,9396*** (0,0653)	0,8296*** (0,0963)	0,7732*** (0,0449)	0,0178 (0,1879)	0,7530*** (0,1196)	0,9499*** (0,1464)
Renda_Menor_6SM	0,1641*** (0,0544)	-0,0151 (0,0961)	0,2699*** (0,071)	0,1633 (0,1054)	-0,1069** (0,046)	0,0121 (0,1913)	0,3454*** (0,1232)	0,5334*** (0,1506)
Renda_Maior_6SM	0,0535 (0,0845)	-0,1779 (0,142)	0,2151* (0,119)	0,1645 (0,1425)	-0,1176 (0,0784)	0,1775 (0,3145)	0,3871** (0,1613)	0,8057*** (0,2047)
Trabalho_Mais_20	0,5227*** (0,0637)	0,7901*** (0,1058)	0,3561*** (0,0813)	0,5825*** (0,1123)	0,5161*** (0,0509)	0,1923 (0,2467)	0,7998*** (0,125)	0,7085*** (0,1834)
Trabalho_Nao	-0,4996*** (0,0721)	-0,5200*** (0,1191)	-0,5651*** (0,0914)	-0,8355*** (0,1244)	-0,2303*** (0,0595)	-0,8830*** (0,2908)	-0,3256* (0,1899)	-0,6716*** (0,2209)
Medio_Publico	0,4843*** (0,0677)	0,5159*** (0,1128)	0,3038*** (0,0947)	0,4478*** (0,1161)	0,5373*** (0,0639)	-0,2584 (0,2359)	0,6058*** (0,1392)	0,2515 (0,1764)
Constante	-3,0869*** (0,1525)	-1,9058*** (0,2722)	-2,3497*** (0,199)	-1,7989*** (0,2654)	-3,6394*** (0,1264)	-2,7710*** (0,5493)	-3,8017*** (0,323)	-3,2174*** (0,438)
Observações	11795	3049	7553	2984	23399	768	2206	2070
LR χ^2	3059,66***	936,65***	1473,81***	746,07***	2203,79***	105,53***	406,34***	559,76***
Pseudo R ²	0,2130	0,2219	0,1734	0,1882	0,1132	0,1094	0,1621	0,2778

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2018).

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

Tabela C.2: Estimativas logit dos escores de propensão, amostra UAB, Enade 2017

Variável	Matemática	Letras Português	Letras Inglês	Letras Espanhol	Física	Química	Ciências Biológicas	Pedagogia
NT_FG	0,0006 (0,0029)	-0,0047* (0,0027)	-0,0136 (0,0087)	-0,0142*** (0,0053)	-0,0107 (0,0065)	0,0000 (0,0064)	-0,0047* (0,0028)	0,0030** (0,0012)
Idade	0,0748*** (0,0055)	0,0617*** (0,0044)	0,0778*** (0,0135)	0,0305*** (0,0096)	0,0920*** (0,0118)	0,0923*** (0,012)	0,0846*** (0,0054)	0,0417*** (0,0021)
Mulher	0,1649* (0,0911)	0,1823* (0,0941)	0,7155** (0,3508)	0,3653* (0,2205)	0,4606** (0,2238)	0,4242** (0,2028)	0,3157*** (0,0921)	0,3328*** (0,0686)
Minoria	-0,1753* (0,0919)	-0,2911*** (0,08)	-0,3443 (0,2581)	-0,2896* (0,1661)	0,0011 (0,2049)	-0,3136 (0,1928)	-0,2833*** (0,0819)	-0,3855*** (0,0395)
Mora_Conjuge_Filhos	0,5479*** (0,0992)	0,6347*** (0,0813)	1,4887*** (0,2892)	1,3032*** (0,189)	0,6118*** (0,2195)	0,6460*** (0,2084)	0,6965*** (0,0882)	0,7920*** (0,0426)
Renda_Menor_6SM	-0,1110 (0,1065)	0,0847 (0,0939)	1,5286*** (0,2791)	0,6426*** (0,1795)	-0,0993 (0,2367)	-0,6005** (0,2524)	0,0226 (0,0955)	0,3347*** (0,0453)
Renda_Maior_6SM	0,0089 (0,1687)	-0,4669*** (0,1795)	1,7524*** (0,4013)	0,8402** (0,3318)	0,4293 (0,3111)	0,1076 (0,2835)	-0,1971 (0,1644)	0,4346*** (0,0813)
Trabalho_Mais_20	0,5906*** (0,1199)	0,6170*** (0,0966)	0,6497** (0,305)	0,8760*** (0,205)	1,0823*** (0,2907)	0,3761 (0,2589)	0,6740*** (0,111)	0,7036*** (0,0513)
Trabalho_Nao	-0,3166** (0,1422)	-0,4899*** (0,1108)	-1,2210** (0,4992)	-0,9080*** (0,2725)	-0,5048 (0,3757)	-0,8344*** (0,2983)	-0,4721*** (0,1186)	-0,4063*** (0,0604)
Medio_Publico	0,0592 (0,129)	0,3555*** (0,1274)	0,8032** (0,3934)	1,1651*** (0,3244)	-0,1058 (0,2455)	0,0573 (0,2415)	0,1014 (0,1073)	0,2477*** (0,0616)
Constante	-4,6757*** (0,2899)	-4,1340*** (0,2685)	-7,6430*** (0,9548)	-3,9969*** (0,6264)	-5,7031*** (0,6357)	-5,9955*** (0,6242)	-4,5780*** (0,2839)	-4,0775*** (0,1481)
Observações	5303	6597	1878	1314	1948	3159	6923	20415
LR χ^2	544,94***	803,38***	209,52***	343,52***	218,25***	170,57***	995,38***	2526,86***
Pseudo R ²	0,1352	0,1457	0,2974	0,2595	0,2261	0,1573	0,1877	0,1270

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2018).

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

Tabela C.2: Estimativas logit dos escores de propensão, amostra UAB, Enade 2017 (continuação)

Variável	História	Artes Visuais	Geografia	Filosofia	Educação Física	Ciência da Computação	Música	Ciências Sociais
NT_FG	0,0157*** (0,0041)	-0,0383*** (0,0099)	-0,0060* (0,0035)	-0,0234*** (0,004)	-0,0032 (0,0074)	0,0046 (0,006)	0,0102 (0,0067)	-0,0190** (0,0088)
Idade	0,0707*** (0,0062)	-0,0320* (0,0179)	0,0601*** (0,0058)	0,0253*** (0,0064)	0,0898*** (0,0132)	0,0516*** (0,0137)	0,0655*** (0,0112)	0,0401*** (0,0138)
Mulher	0,2499** (0,1173)	0,5880* (0,3533)	0,3961*** (0,1047)	1,1417*** (0,1247)	0,0461 (0,2293)	0,3133 (0,1969)	0,5171** (0,2203)	-0,1599 (0,2669)
Minoria	-0,3812*** (0,1174)	0,0379 (0,3068)	-0,4671*** (0,1038)	0,4326*** (0,1239)	-0,7291*** (0,2306)	-0,2232 (0,1928)	-0,9160*** (0,2187)	0,1622 (0,2747)
Mora_Conjuge_Filhos	0,6885*** (0,1296)	1,3647*** (0,3305)	0,8950*** (0,1132)	0,7356*** (0,1298)	0,7501*** (0,2577)	0,1794 (0,2112)	0,8696*** (0,2315)	0,8786*** (0,2937)
Renda_Menor_6SM	0,3992*** (0,1311)	-0,0344 (0,3494)	0,0396 (0,1242)	0,0602 (0,1529)	0,0999 (0,2456)	-0,2657 (0,2175)	0,3826 (0,2554)	0,0046 (0,2983)
Renda_Maior_6SM	0,0825 (0,1976)	0,1539 (0,4793)	0,0271 (0,1991)	0,0003 (0,2152)	-0,5850 (0,4425)	-0,5486 (0,3999)	0,6301** (0,3068)	-0,3910 (0,5135)
Trabalho_Mais_20	0,8721*** (0,1681)	0,6563* (0,369)	0,4920*** (0,1413)	0,5302*** (0,1544)	0,7072** (0,2865)	0,1524 (0,2785)	1,0067*** (0,2526)	0,6914* (0,3538)
Trabalho_Nao	-0,4542** (0,2006)	-0,4758 (0,4009)	-0,3330** (0,1621)	-0,8191*** (0,1686)	-0,7356* (0,4036)	-0,8258*** (0,3141)	-0,4949 (0,4069)	-0,8240* (0,4542)
Medio_Publico	0,3876** (0,1653)	2,3088*** (0,7378)	0,0437 (0,1554)	0,5199*** (0,1653)	0,6624* (0,3501)	-0,0579 (0,2846)	0,5293** (0,2656)	-0,2274 (0,3285)
Constante	-6,6513*** (0,3978)	-2,8300** (1,122)	-4,4745*** (0,3476)	-1,8548*** (0,3792)	-7,1409*** (0,6696)	-2,4932*** (0,6275)	-6,1883*** (0,6395)	-3,6702*** (0,8561)
Observações	5508	917	5494	1664	4959	636	1160	1542
LR χ^2	585,66***	91,33***	475,28***	422,56***	160,81***	57,76***	180,12***	83,06***
Pseudo R ²	0,2046	0,2036	0,1435	0,1960	0,1819	0,0768	0,2259	0,1490

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2018).

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

Tabela D.1: Análise de sensibilidades dos resultados, Enade 2017, cursos UAB

		ATT	E. P.	p ₁₁	p ₁₀	p ₀₁	p ₀₀	Γ	Λ
Matemática	Sem simulação	-1,860**	0,814	-	-	-	-	-	-
	Simulado como:								
	Neutro	-1,823*	0,998	0,5	0,5	0,5	0,5	1,001	1
	Cônjuge	-1,079	1,082	0,57	0,61	0,23	0,33	0,587	3,74
	Não trabalha	-1,522	1,045	0,16	0,19	0,43	0,37	1,291	0,327
	Nota FG	-1,712*	1,01	0,66	0,37	0,66	0,36	3,526	0,959
Letras Português	Sem simulação	-2,328***	0,745	-	-	-	-	-	-
	Simulado como:								
	Neutro	-1,760**	0,875	0,5	0,5	0,5	0,5	1,004	1,004
	Cônjuge	-0,781	0,941	0,6	0,64	0,24	0,39	0,487	3,435
	Não trabalha	-1,506	0,95	0,16	0,22	0,48	0,43	1,234	0,3
	Nota FG	-1,436	0,902	0,66	0,33	0,68	0,35	3,909	0,855
Letras Inglês	Sem simulação	-2,532	2,632	-	-	-	-	-	-
	Simulado como:								
	Neutro	-3,965	2,973	0,5	0,5	0,5	0,5	1,007	1,041
	Cônjuge	-2,672	3,252	0,66	0,83	0,18	0,34	0,439	10,157
	Não trabalha	-3,956	3,092	0,14	0,03	0,42	0,36	1,285	0,113
	Nota FG	-3,739	2,938	0,69	0,26	0,71	0,32	5,161	0,807
Letras Espanhol	Sem simulação	-3,088*	1,805	-	-	-	-	-	-
	Simulado como:								
	Neutro	-2,774	2,111	0,5	0,5	0,5	0,5	1,014	1,029
	Cônjuge	-1,424	2,749	0,71	0,81	0,26	0,36	0,609	7,856
	Não trabalha	-2,193	2,466	0,06	0,12	0,48	0,44	1,181	0,123
	Nota FG	-1,833	2,194	0,59	0,32	0,69	0,36	3,96	0,714
Física	Sem simulação	1,861	2,003	-	-	-	-	-	-
	Simulado como:								
	Neutro	0,76	2,315	0,5	0,5	0,5	0,5	1,005	1,033
	Cônjuge	0,726	2,507	0,6	0,64	0,19	0,25	0,717	6,294
	Não trabalha	0,041	2,488	0,13	0,1	0,44	0,45	0,961	0,147
	Nota FG	0,714	2,348	0,65	0,3	0,68	0,39	3,29	0,761
Química	Sem simulação	-2,482	1,565	-	-	-	-	-	-
	Simulado como:								
	Neutro	-2,126	1,937	0,5	0,5	0,5	0,5	0,998	1,019
	Cônjuge	-1,747	1,978	0,59	0,56	0,2	0,25	0,751	4,844
	Não trabalha	-2,091	1,973	0,1	0,26	0,55	0,52	1,108	0,217
	Nota FG	-2,083	1,932	0,57	0,41	0,66	0,37	3,334	0,858

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2018).

Obs.: As pequenas diferenças para as estimativas do ATT e do erro-padrão apresentadas nas linhas “Sem simulação” em relação às estimativas originais, apresentadas anteriormente, se devem aos algoritmos adotados nos diferentes comandos do software Stata utilizados ao longo da pesquisa.

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

Tabela D.1: Análise de sensibilidades dos resultados, Enade 2017, cursos UAB (*continuação*)

		ATT	E. P.	p11	p10	p01	p00	Γ	Λ
Ciências Biológicas	Sem simulação	1,687**	0,799	-	-	-	-	-	-
	Simulado como:								
	Neutro	0,938	0,931	0,5	0,5	0,5	0,5	0,997	1,002
	Cônjuge	1,512	1,004	0,5	0,56	0,15	0,24	0,546	4,754
	Não trabalha	1,285	0,988	0,27	0,25	0,64	0,55	1,443	0,237
	Nota FG	1,093	0,945	0,62	0,29	0,69	0,36	3,923	0,743
Pedagogia	Sem simulação	-0,019	0,415	-	-	-	-	-	-
	Simulado como:								
	Neutro	0,179	0,496	0,5	0,5	0,5	0,5	0,999	0,999
	Cônjuge	0,615	0,517	0,72	0,7	0,39	0,46	0,74	3,285
	Não trabalha	0,514	0,519	0,14	0,21	0,44	0,38	1,251	0,319
	Nota FG	0,184	0,501	0,7	0,35	0,68	0,35	4,001	1,017
História	Sem simulação	2,406**	1,192	-	-	-	-	-	-
	Simulado como:								
	Neutro	1,737	1,421	0,5	0,5	0,5	0,5	1,003	0,999
	Cônjuge	2,524	1,587	0,62	0,64	0,18	0,29	0,543	5,521
	Não trabalha	2,022	1,527	0,12	0,19	0,53	0,45	1,391	0,191
	Nota FG	1,328	1,472	0,74	0,39	0,68	0,34	4,054	1,331
Artes Visuais	Sem simulação	-5,490**	2,663	-	-	-	-	-	-
	Simulado como:								
	Neutro	-6,247*	3,461	0,5	0,5	0,5	0,5	1,014	1,041
	Cônjuge	-4,761	3,716	0,77	0,58	0,2	0,31	0,556	5,091
	Não trabalha	-5,911	3,598	0,23	0,25	0,45	0,48	0,902	0,372
	Nota FG	-4,911	3,571	0,69	0,19	0,69	0,34	4,699	0,456
Geografia	Sem simulação	0,425	1,091	-	-	-	-	-	-
	Simulado como:								
	Neutro	-0,486	1,288	0,5	0,5	0,5	0,5	1,005	1,004
	Cônjuge	0,328	1,371	0,71	0,62	0,23	0,33	0,605	4,772
	Não trabalha	-0,218	1,347	0,14	0,24	0,48	0,42	1,284	0,316
	Nota FG	-0,243	1,306	0,62	0,32	0,69	0,33	4,562	0,802

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2018).

Obs.: As pequenas diferenças para as estimativas do ATT e do erro-padrão apresentadas nas linhas “Sem simulação” em relação às estimativas originais, apresentadas anteriormente, se devem aos algoritmos adotados nos diferentes comandos do software Stata utilizados ao longo da pesquisa.

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

Tabela D.1: Análise de sensibilidades dos resultados, Enade 2017, cursos UAB (*continuação*)

		ATT	E. P.	p11	p10	p01	p00	Γ	Λ
Filosofia	Sem simulação	-5,015***	1,354	-	-	-	-	-	-
	Simulado como:								
	Neutro	-5,215***	1,558	0,5	0,5	0,5	0,5	1,015	1,009
	Cônjuge	-4,410**	1,775	0,65	0,56	0,25	0,33	0,681	3,595
	Não trabalha	-4,696***	1,735	0,13	0,23	0,5	0,45	1,231	0,272
	Nota FG	-4,458***	1,559	0,71	0,25	0,71	0,4	3,84	0,553
Educação Física	Sem simulação	-2,550	2,43	-	-	-	-	-	-
	Simulado como:								
	Neutro	-1,780	2,792	0,5	0,5	0,5	0,5	1,005	1,026
	Cônjuge	-1,092	2,855	0,65	0,57	0,16	0,23	0,672	6,514
	Não trabalha	-1,199	2,855	0,06	0,15	0,51	0,38	1,653	0,166
	Nota FG	-1,236	2,851	0,62	0,24	0,68	0,35	4,054	0,657
Ciência da Computação	Sem simulação	-2,210	1,686	-	-	-	-	-	-
	Simulado como:								
	Neutro	-1,600	2,01	0,5	0,5	0,5	0,5	1,015	1,028
	Cônjuge	-1,341	2,087	0,5	0,52	0,3	0,36	0,775	2,238
	Não trabalha	-1,624	2,071	0,2	0,15	0,41	0,38	1,165	0,315
	Nota FG	-1,728	2,013	0,76	0,35	0,64	0,35	3,385	1,21
Música	Sem simulação	3,273	2,247	-	-	-	-	-	-
	Simulado como:								
	Neutro	2,517	2,484	0,5	0,5	0,5	0,5	0,999	1,028
	Cônjuge	3,624	2,805	0,68	0,69	0,24	0,36	0,56	5,355
	Não trabalha	2,299	2,593	0,06	0,09	0,21	0,22	0,936	0,318
	Nota FG	1,931	2,58	0,69	0,45	0,66	0,36	3,64	1,396
Ciências Sociais	Sem simulação	-0,615	2,645	-	-	-	-	-	-
	Simulado como:								
	Neutro	-1,614	3,234	0,5	0,5	0,5	0,5	0,998	1,042
	Cônjuge	-1,203	3,307	0,7	0,63	0,22	0,32	0,597	5,216
	Não trabalha	-1,528	3,224	0,1	0,17	0,54	0,46	1,412	0,177
	Nota FG	-1,136	3,192	0,75	0,17	0,66	0,37	3,433	0,572

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INEP (2018).

Obs.: As pequenas diferenças para as estimativas do ATT e do erro-padrão apresentadas nas linhas "Sem simulação" em relação às estimativas originais, apresentadas anteriormente, se devem aos algoritmos adotados nos diferentes comandos do software Stata utilizados ao longo da pesquisa.

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

OCCUPATION MISMATCH IN BRAZILIAN METROPOLITAN AREAS: COMPARING IMMIGRANTS AND NATIVES

LUIZ CARLOS DAY GAMA *
ANA MARIA HERMETO †
PHILIFE SCHERRER MENDES ‡

Resumo

Pretende-se analisar o mercado de trabalho e os efeitos de *mismatch* ocupacional, no contexto de migração internacional. *Mismatch* ocupacional ocorre quando trabalhadores qualificados são ocupados em trabalhos que não necessitam de suas qualidades e vice-versa. Os resultados mostram que: i) subeducação é, em média, menor entre os imigrantes, enquanto sobreeducação é maior; ii) imigrantes são mais propensos a estarem empregados; iii) *mismatch* é importante para explicar diferenciais de salários; iv) existe diferença regional nos efeitos do *mismatch* ocupacional; v) o local de origem do imigrante não é importante para explicar status ocupacional, mas importa para explicar diferenciais de rendimentos.

Palavras-chave: Brasil; imigrantes; *mismatch* ocupacional.

Abstract

We aim to study the role of labor market mismatch in the context of international migration. Mismatch employment occurs when high-skill workers are employed in occupations that do not need such education and vice versa. The results show: i) undereducation is on average lower among immigrants, while overeducation is higher among immigrants; ii) immigrants are more likely to be employed than natives; iii) mismatch is important in explaining wages; iv) there are differences in occupational mismatch effects; v) the immigrant's place of origin is not important to explain occupation status but it is very important to explain differences in wages.

Keywords: Brazil; immigrants; occupational mismatch.

JEL classification: J31, J41, J61

DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/1980-5330/ea142223>

* Professor Titular I no Ibmec-BH. E-mail: l Luiz.gama@professores.ibmec.edu.br

† Professora Associada no Departamento de Ciências Econômicas da UFMG. E-mail: ahermeto@cedeplar.ufmg.br

‡ Pesquisador Visitante no CEDEPLAR / UFMG. E-mail: philipescherrer@gmail.com

1 Introduction

The importance of international migration is evident. In the context of globalization, it has been the subject of a significant number of important contributions to theoretical and empirical analysis (PATARRA, 2005).

In Brazil, it is evident that a large amount of consideration is being given to Brazilians who migrated and are living in other countries, mainly the United States. However, not enough awareness is given to the opposite direction: migrants who went to Brazil. One of the objectives of this study is to reduce this gap.

The 2009 Human Development Report (KLUGMAN, 2009) shows that there were 50 million immigrants living in irregular conditions around the world at the time. According to available information, the discussion about unauthorized immigrants in Brazil is still incipient. Therefore, statistics about the numbers of illegal immigrants are diverse.

According to a national entity in Brazil linked to the National Conference of Bishops of Brazil (CNBB), in 2008 there were around 600 thousand illegal immigrants in Brazil. For the same year, the Ministry of Labor attests that in Brazil there were around 180 thousand immigrants. Additionally, in 2014, according to the Sao Paulo Government and the Labor Public Ministry (MPT), the state had at least one million illegal immigrants¹. However, according to the Federal Police, in 2012, there were less than one million legal immigrants in the entire country (Table 1). Subsequently, it becomes apparent that there is no clear understanding of these numbers and, besides, none of the datasets available asks the question about legal status. Therefore, this research will not distinguish between unauthorized and authorized immigrants.

Sassen-Koob (1981) argues that state formation creates the mechanisms to consider immigration labor as a different category in the labor process. In posterior work, the author (SASSEN-KOOB, 2008) attested that labor migrations are not simply about the survival strategies of migrants and their households. They are also micro-level enactments of larger processes of economic restructuring in sending and receiving countries. In this paper, we analyzed only the micro-level effects, such as individual wage and occupation.

Scholars (mostly economists) indicate that migrants are positively selected in both unobserved and observed characteristics. In addition, they address the issue of the migration process as a generator of economic improvements (SJAASTAD, 1962; BORJAS, 1990). Most migrants are seeking better opportunities. In other words, most of them migrate to pursue income improvements. Therefore, it is expected that they would be allocated in better positions and receive better wages, compared to natives with the same level of education.

Nevertheless, what about occupation mismatch? Given that some immigrants might face problems with a new language, they may suffer prejudice, etc., which can lead them to occupying jobs that are below their skills, i.e., their educational attainments are underutilized. Hartog (2000) argues that this can be a short or long-term issue, since mismatch may be temporary or permanent. Baker and Benjamin (1994), Chiswick (1978), and Chiswick and Miller (2008) affirm that the partial effect of a year of schooling is lower for immigrants compared to natives, considering US labor market.

¹<http://noticias.terra.com.br/brasil/cidades/sp-tem-ao-menos-1-milhao-de-imigrantes-ile-gais-diz-governo,1dc08e57fbf4a410VgnVCM5000009ccceb0aRCRD.html>

Overeducation occurs when a worker is in an occupation that requires less than the education this individual possesses. The opposite of overeducation is undereducation, i.e., the worker is in an occupation that requires more education than he/she has. The total number of overeducated and undereducated workers will result in the rate of occupation mismatch, while the differences in remuneration will provide the loss or gain due to occupation mismatch.

The aim of the present study is to examine the differential in income and occupational status of international immigrants and natives in Brazil, using 2010 Census data. More precisely, the data utilized in this research is from a sample survey conducted during the Census, in which one in every ten households enumerated answers to a long questionnaire (the “Long Form Census”). The census itself has little information on income.

Furthermore, to understand this phenomenon, it is important to look at the country of origin of the immigrant. This influences the assimilation and the way migrants are perceived. For example, in the Brazilian labor market, immigrants from Paraguay and Bolivia usually work in low-wage positions that do not require high skills. On the other hand, e.g., migrants from Germany usually work in better-paid jobs, such as mechanical engineers. Nevertheless, if they have the same skills, are they going to have similar wages? Same probabilities of being employed? This study intends to answer those questions.

This paper analyzes Brazil’s metropolitan regions. The reason being that most immigrants consider those destinations when they first arrive in a new country. A model similar to the one by Kler (2003) was applied in this study. Also, Heckman’s selection bias correction was used for each metropolitan region in the sample. The reason being to estimate wage gains for immigrants and natives. The methodology is suitable since the wages analyzed were from different groups, in which it is clear that a selection bias can emerge, since immigrants must endure difficulties that natives may not, such as: language barrier, costs of moving and adaptation, etc.

The empirical relevance of the paper is to apply a well-known methodology to two issues less explored in Brazil: occupation mismatch and wage differences between natives and immigrants. Analyzing the 2010 Census data, it appears that no paper addressing such a matter was made in Brazil. As one can see in the results section, combining these two topics is highly relevant, since there are differences in the distribution of natives and immigrants between over and undereducated groups.

The article is structured as follows: besides the introduction section; section 2 presents a brief description of immigration history in Brazil, as well a discussion about migration issues; section 3 brings the discussion of over and undereducation literature; section 4 contains the methodology; section 5 presents the results; and finally, in the last section, the final remarks are presented.

2 International Migrants in Brazil

As shown in table 1, data provided by the Brazilian Federal Police (PF) states that there are less than one million immigrants in Brazil, which corresponds to less than 0.4% of the migrant population in the world.

Table 1: Ranking of immigrants by origin country - 2012

Portugal	277 727	29.58%
Japan	91 042	9.70%
Italy	73 126	7.79%
Spain	59 985	6.39%
Bolivia	50 240	5.35%
Argentina	42 202	4.50%
China	35 953	3.83%
Germany	29 224	3.11%
United States	27 953	2.98%
Uruguay	26 271	2.80%
Remainder	225 110	23.98%
Total	938 833	100.00%

Source: Adapted from <http://oestrangeiro.org/2013/05/22/exclusivo-os-numeros-exatos-e-atualizados-de-es-trangeiros-no-brasil-2/>

Table 1 also shows the first three sending countries are Portugal, Japan and Italy. In 1850, under British pressure, Brazil passed a law that effectively banned the transatlantic slave trade. Therefore, the discussion about immigration to Brazil became a priority for Brazilian landowners, who knew they would need to replace the labor force in the next years.

Starting with Portugal, the relationship with Brazil started with colonization. The country received the majority of Portuguese immigrants in the world. However, the huge flow of migrants came only later. Nowadays, the Portuguese constitute the biggest group of foreigners living in the country.

The first Japanese immigrants arrived in Brazil in 1908. Brazil is home to the largest Japanese population outside of Japan, having in 2012, according to official records, 91,042 individuals. Poverty in rural areas was the main cause of Japanese migration. In addition, the US were not accepting non-white migrants², as well as Australia. Brazil needed more labor force, mainly people to work in country towns. The beginning of World War I was also one of the reasons for the increase in Japanese migration to Brazil.

The first groups of Italians arrived in 1875, but the boom of Italian immigration in Brazil happened in the late 19th century, between 1880 and 1900, when almost one million Italians arrived. Most of the migration was concentrated in the state of São Paulo. The main reasons for this flow of immigrants are similar to the ones that led to the Portuguese migration.

However, in the last decades, immigration from those countries has become scarce. For example, a ranking made by MTE (Ministry of Labor and Employment) shows that in 2010 the five original countries with more working visa requests were the United States, Philippines, United Kingdom, India and Germany. Besides, many illegal immigrants came from other South American countries and China. Nevertheless, the importance of the countries presented above is still substantial.

²See for example the 1924 Immigration Act. <http://history.state.gov/milestones/1921-1936/immigration-act>.

A pioneering study on migration is due to Sjaastad (1962), in which he states that a worker faces monetary and non-monetary costs while migrating in order to maximize their utility over the life cycle. The author views the migration process similarly to the educational background, i.e., individual investment. It is largely known that the higher the earnings in a given locality, the less likely workers will quit their jobs and migrate to another region. However, the higher the total income of the workers, the more conditions they have to support their migration costs, which could increase their likelihood of migration (PEREIRA, 2000).

According to Sasaki and Assis (2000), recent research has challenged assumptions and conclusions of neoclassical theory. Among them, the decision to migrate would not be an individual decision, but a joint decision, a family decision, not being only related to monetary reasons. In this article, variables related to family characteristics are used as controls in the estimates.

As stated above, it is clear that migrants are different and face different scenarios compared to non-migrants. Therefore, it is also expected that education status could have a distinct return, in terms of wage and occupation status, for those two groups.

3 Background

Different approaches exist to measure overeducation. McGuinness (2006) attests that the phenomenon has been interpreted in the literature in three perspectives on the labor market: the Human Capital Theory, Job Competition Model, and Assignment Models. This research is addressed from the perspective of Human Capital Theory.

Diaz and Machado (2008) argue that the compatibility between the existence of overeducation and Human Capital Theory can be defended on the argument that occupation mismatch is transitory, in which the duration is subordinated to the time the worker would take to find a more suitable job to their potential or the time required for firms promote an adjustment in production processes to adapt them to the full use of human capital available. Another explanation is that the additional education would just compensate for the lack of training in companies (on-the-job training), and/ or some degree of inferiority in terms of skills to carry out the activities performed.

The level of education has improved considerably in Brazil in the last decades (PINTO, 2004; BASSO, 2017; MARIONI, 2021). Therefore, according to Borjas (2009), in theory, this development should cause an improvement in the stock of human capital and productivity. Thereby, it increases the competition for jobs, which can lead to overeducation in a scenario with scarce high-skill jobs, as the combination of unemployment and search for qualification seem to generate an incompatibility between occupation and education, in the sense that workers have not been used according to their academic ability (ALVES; MONSUETO, *et al.*, 2014). In Brazil, a surge in this phenomenon has recently been observed, with mean wages decreasing and an increase in overeducation (as example, the increase in people with a college degree working as uber drivers).

Reis (2017) presents evidence for Brazil that educational incompatibility would be related to job income, even with a well-done methodological treatment for non-observable effects that do not vary over time. The author points

out that this result is similar to that observed in developed countries. Still, in the perspective of this educational mismatch for Brazil, in an analysis based on employee / employer longitudinal monitoring, [Marioni \(2021\)](#) finds that a quarter of the Brazilian formal labor market would be overeducated and a quarter would be undereducated, with undereducated earning significantly more than those who would be adequately occupied and the overeducated earning significantly less than those who were properly educated. Despite the “penalty” in the income of the overeducated, these results suggest that, from an individual perspective, it is worth investing in higher education.

Many empirical papers, for different countries, find significant under and overeducation rates. [Robst \(1995\)](#) found that male overeducation in the USA stands at 45%. In Greece, [Patrinos \(1997\)](#) found overeducation to be 16%, with fluctuations depending upon the subject matter studied by the graduate. For the United Kingdom, [Battu, Belfield, and Sloane \(2000\)](#) found that males had better chances of being adequately matched after graduation. However, the female group did manage to improve their matching over time. [Kler \(2003\)](#) found that the rates of graduate overeducation in Australia vary between 16% and 22%, by both gender and time – 1991-1996. For Germany, [Buchel and Mertens \(2001\)](#) found overeducation to be about 13% and undereducation about 2%.

For Brazil, [Machado, Oliveira, and Carvalho \(2009\)](#) using data from the National Household Sample Survey (PNAD) for the period 1981-2001, presented evidence that more qualified people were employed in occupations that were previously occupied by workers with a lower level of education. According to the authors, this trend can be generated in two ways, via underutilization of work or by increasing the qualifications of the same. Thereby, an oversupply of qualified workers arises, leading to overeducation in the labor market. The results show a mean occupational mismatch of about 21%.

[Monsueto \(2006\)](#), also using PNAD data, however, for the period 1992-2001, notes that a substantial part of workers with graduate degrees are being absorbed by sectors in which the qualification required to execute the tasks is lower than demanded. [Alves, Monsueto, et al. \(2014\)](#), analyzing Brazilian cross-section data for 2002 and 2012 (also PNAD) for graduates, found out that there is high occupation mismatch in Brazil, about 50%. Finally, [Diaz and Machado \(2008\)](#), using the 2000 Census, found out that overeducation in Brazil is about 17% and undereducation is about 53%.

Analyzing the impact of overeducation on wages, [Duncan and Hoffman \(1981\)](#) were one of the first economists to study the subject, concluding that returns to required schooling in employment are higher than the returns of education possessed by the individual. [Hartog \(2000\)](#) also affirms that returns are positive for education, but smaller than the required education. In general, approximately half to two thirds of the return of the latter.

Works of this nature are scarce in Brazil. [Santos \(2002\)](#), who used data from PNADs 1992, 1995, 1997, and 1999, and discovered, using two different criteria of classification, undereducation to be between 17 and 32% and overeducation between 19 and 25%. For 1999, overeducated earned about 21% less than adequate, while overeducated earned about 30% more than adequate workers. Also, [Diaz and Machado \(2008\)](#), using the methodology of Job Analysis, found out that, among regions in Brazil, overeducation rates vary between 14 and 19%, undereducation between 49 and 58%, the returns of being overeducated were 13,8% for women and 12,1% for men, while un-

dereducation reduces the return in 10,1% and 9,1% for men and women respectively.

Last, but not least, it is important to highlight that none of the papers above used the 2010 Brazilian Census data.

4 Methodology

4.1 Migration

Castles, Hass and Miller (2014) affirm that the fields of research in migration can be divided into two types: those that deal with the determinants, process and patterns of migration, and those that focus on how the incorporation of the migrants in the receiving countries takes place. In this study, the focus is on the second approach.

To try to understand the migrant's assimilation and if there is discrimination against immigrants, for some countries, the main variable analyzed is wages in the main work. However, it is also important to analyze the probability of being employed, because some migrants can present some observed or unobserved characteristics that enhance the probability of finding a job. This can lead to the so-called selection bias. If it is not taken into account, it can lead to biased results. Therefore, the Heckman correction is applied (HECKMAN, 1979).

The term immigrant is defined as the individual who was born in one country and moved to another, in this case, Brazil, despite if he/she is naturalized or not.

4.2 Undereducation and Overeducation

According to the existing literature, overeducation is defined as the level of education possessed by an individual that is higher than required by their occupation. Similarly, undereducation occurs when a worker has less formal education than is required. It is considered as labor mismatch, when controlled by occupation, the individual who is allocated in an occupation that does not require the qualifications or requires more than the one he/she has. The method used is via job analysis, which means that the required schooling is based on a classification made by professional job analysts, coding occupations in the labor market, specifying the appropriate schooling for each occupation (HARTOG, 2000; VERHAEST; OMEY, 2006; DIAZ; MACHADO, 2008).

Some limitations brought by this definition can be cited. Firstly, according to Verhaest and Omey (2006) and Diaz and Machado (2008), there is a risk of random errors in the measurement of education required as well in the classification of occupations, depending on how the activities of experts have been held. Secondly, another possible limitation is related to the low frequency of updates in occupation requirements, as a result of the complexity and high costs involved in producing this type of work. Thus, the long-term monitoring of the occupation mismatch phenomenon is compromised, because the dynamics of the labor market can cause profound changes in educational requirements for the performance of various activities, making obsolete the information in table occupations (DIAZ; MACHADO, 2008).

Despite the second limitation cited, the 2002 Brazilian Occupation Classification (*Classificação Brasileira de Ocupações – CBO*) is used to define the necessity of a certain amount of formal education to assert the job.

This paper investigates under and overeducation in a similar way as [Duncan and Hoffman \(1981\)](#), i.e., using augmented human capital modeling. The augmented human capital regression takes the following form:

$$\ln Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 Sr_i + \alpha_2 Ss_i + \alpha_3 Sd_i + \alpha_4 Z_i + \alpha_5 I_i + \alpha_k X_{ik} + \varepsilon_i \quad (1)$$

where $\ln Y_i$ is the logarithm of monthly income for individual i , Sr captures the return to required education, Ss represents the return to surplus education – i.e., overeducated for an occupation –, Sd captures the return to deficit education – i.e., undereducated for an occupation –, Z represents the qualification attainments, I is a dummy variable equal to 1 if the worker is an immigrant and equal to 0 otherwise, X is a vector of individual, familiar, and regional characteristics, while ε is the error term.

[Chiswick and Miller \(2008\)](#) attests that undereducation is associated with self-selection in migration. Therefore, it is expected better wages amongst those individuals. In other words, overeducation amidst immigrants is associated with less-than-perfect international transferability of human capital. Finally, if this is the case, one should expect lower wages for those individuals.

4.3 Heckman Correction

The Heckman correction is a two-stage method applied to account for selection bias. Selection bias arises when the sample studied is non-randomly selected. More specifically, regarding wages, selection bias arises possibly because it is only being selected those individuals who have jobs, not taking into account those that probably failed in the process. Therefore, naturally, the present sample has bias. In his seminal paper, [Heckman \(1979\)](#) argued that statistical analyses based on non-randomly selected samples could lead to erroneous conclusions. Hence, he suggests a two-stage estimation method to correct the bias.

In order to estimate the determinants of wage gains, obviously, data is available only for those who work, as in formula (1). Since people who work are selected non-randomly from the population, estimating the determinants of wages from the subpopulation who work may introduce this bias. In this case, in the first stage, the probability of working is estimated, using a probit regression, as:

$$E_i = \alpha_0 + \delta_k Z_{ik} + \varepsilon_i \quad (2)$$

where E indicates employment ($E = 1$ if the respondent is employed and $E = 0$ otherwise), Z is a vector of explanatory variables and ε_i is the error term. An estimate of the inverse of mills ratio³ is derived and included in the second stage equation to correct the selection bias.

$$\ln Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 Sr_i + \alpha_2 Ss_i + \alpha_3 Sd_i + \alpha_4 Z_i + \alpha_5 I_i + \alpha_k X_k + \rho \hat{\lambda}_i + \varepsilon_i \quad (3)$$

³The formula is $\lambda_{ki} = \frac{\phi(Z_{ki})}{1 - \Phi(Z_{ki})} = \frac{\phi(Z_{ki})}{\Phi(-Z_{ki})}$. Where ϕ and Φ are, respectively, the density and distribution function for a standard normal variable. For more details see [Heckman \(1979\)](#).

If this variable in the second stage is significant, the model has a sample selection bias, which is corrected, and unobserved characteristics that influence the decision to work or success in finding a work also influence yields. This correction must be applied, because otherwise, the estimates become inconsistent and biased (TIENDA; WILSON, 1992).

4.4 Data

The dataset used in this study is the microdata from the 2010 Brazilian Demographic Census. The Census is conducted by the (IBGE) and occurs every 10 years. It was surveyed 185,712,713 people around the country. The Census is the most comprehensive database and with larger samples found in the country. In addition, it is the main reference source for the knowledge of people's living conditions in all municipalities in Brazil (IBGE, 2013). Information about the individuals and their relatives was used.

The Demographic Census is characterized as a large portrait in extension and depth of the Brazilian population, with a series of socioeconomic information. This characteristic gives it a great influence on the orientation of public and private planning for an entire decade. Along with all this particularity of the database, it is important to point out the relevance of the period analyzed.

After the 2008 crisis, 2010 was a year of substantial growth for Brazil, ending a decade of important changes in the Brazilian economy. This has a clear impact on the labor market and the attractiveness of migrants. Another relevant point is that, in addition to the economic growth, there was a faster growth in the offer of vacancies in Higher Education Institutions, with a consequent increase in the supply of more educated workers in the labor market. This greater supply of vacancies tends to have an important impact on under-occupation, mainly due to the sectorial characteristic of Brazilian growth, led by the agricultural and mining sectors⁴.

The sample was restricted to individuals between 25 and 65 years old in order to study those who are or were supposed to be in the labor market. Besides, this age cut-off was chosen in order to exclude workers who possibly had a part-time job while attending university at the regular age and to avoid retirees affect the education mechanisms, as in Marioni (2021). Even so, people who studied and people retired were still in the sample. So, it excluded the retired people and, for sample size reasons, those still studying were not removed but a dummy variable was included in the estimations.

It is considered as migrants those people who were not born in Brazil (foreigners). Some groups of occupations were excluded due to the fact that it was difficult to assert the necessary education to perform the jobs and others were excluded because of misspecification. The necessary training for each occupation was defined using the 2002 CBO. As stated before, the time gap between 2002 and 2010 could be a drawback, since some occupations' requirements might have changed.

Besides, we consider three regions: metropolitan area of São Paulo (RMSP); metropolitan areas of Southeast (RMSE), excluding RMSP; and metropolitan areas of South (RMS). The reason we chose those regions was due to sample

⁴Considering that the industry and the productive service sectors have a greater offer of vacancies in occupations that demand a higher level of education and also that these sectors did not show important dynamics over the decade, despite an important role in 2010, it is likely that this more qualified workforce would be absorbed in jobs that did not require this level of training.

Table 2: Sample of immigrants and natives in each region

	São Paulo	Southeast	South
Immigrants	3155	1939	1678
Natives	419318	592511	538707

Source: Own elaboration using 2010 Census data.

Table 3: Variables Description

Age	age in years
Age2	squared age
Sex	dummy equal to 1 if female and 0 if male
Work	dummy equal to 1 if works and 0 on the contrary
Spouse	dummy equal to 1 if the individual has a spouse
Kids	dummy equal to 1 if the individual has kids
Educ	Categorical variable equal to 0 if less than high school; equal to 1 if high school; and 2 if college or more
School	dummy equal to 1 if enrolled in school and 0 on the contrary
Time	Time living in Brazil in years
Time2	squared time living in Brazil
Advanced	dummy equal to 1 if the individual is from a advanced economy
Retired	dummy equal to 1 if the individual is retired
Region	Categorical variable equal to 1 if the individual lives in RMSP; 2 if RMSE; 3 if RMS
Wage	wage in reals

Source: Own elaboration using 2010 Census data.

size, since North, Northeast and Midwest present short sample size. Additionally, we applied estimations to a sample of only immigrants, to better understand this group of workers.

Our final sample has 6779 immigrants and 1553931 natives. Table 3, presents the variables that are going to be used in our estimations.

Different sub-samples are used, instead of a sample for all Brazil, since there are disparities in each region, which attracts immigrants for different reasons. In the next section, we present the results.

5 Results

5.1 Descriptive Statistics

First, it is compared some characteristics of the immigrants in the three regions and also against the natives. In Table 4, one can see that the mean age is lower among natives compared to immigrants. Besides, in the RMSE are older immigrants, with a mean age of 46.64 years, almost ten years above natives from the same region. This result shows that the entrance of immigrants in the last years does not follow the growth in Brazil's population, and/or that the entry of immigrants into the labor market is lower than natives. About

Table 4: Descriptive Statistics

	Natives			Immigrants		
	RMSP	RMSE	RMS	RMSP	RMSE	RMS
Age (mean)	39.11 (9.83)	39.57 (9.95)	39.25 (9.76)	43.78 (11.69)	46.64 (11.15)	44.66 (10.79)
Time living in Brazil (mean)				23.78 (18.16)	27.14 (18.34)	21.51 (15.34)
Woman (%)	46.54	45.95	45.55	36.26	33.53	32.1
Spouse (%)	65.94	65.72	72.86	73.70	72.75	74.57
Working (%)	93.56	93.61	96.43	96.89	96.53	96.81
Studying (%)	11.54	8.71	8.61	6.98	5.86	6.44
Income from main job (mean)	1907.69 (4356.99)	1592.72 (2783.72)	1578.56 (3553.86)	4427.41 (8551.00)	4487.4 (9075.16)	3324.92 (6912.52)
Hours worked in the main job per week (mean)	40.92 (14.40)	40.76 (14.43)	41.94 (13.13)	42.62 (15.93)	42.45 (16.62)	42.48 (14.96)
College education or more (%)	20.67	17.92	17.28	38.65	51.12	41.95

Source: Own elaboration using 2010 Census data.

Note: In parentheses standard deviations are reported.

Table 5: Occupation mismatch by sex

	Natives			Immigrants		
	RMSP	RMSE	RMS	RMSP	RMSE	RMS
Undereducation						
Man	27.82	27.71	30.10	22.94	21.58	30.89
Woman	19.79	18.90	22.37	26.55	18.86	22.29
Total	24.16	23.74	27.03	24.25	19.16	19.46
Adequate						
Man	55.85	56.47	54.71	57.88	58.81	54.52
Woman	59.84	60.57	58.78	54.66	61.33	59.49
Total	57.67	58.65	56.75	56.71	60.59	57.36
Overeducation						
Man	16.33	15.82	15.19	19.19	19.61	14.59
Woman	20.36	20.53	18.85	18.80	19.81	18.22
Total	18.17	17.61	16.22	19.04	20.25	23.18

Source: Own elaboration using 2010 Census data.

the time living in Brazil, since RMSE presents the older ones, it is expected that they would have those living in Brazil for longer times. Among the three groups, RMS presents the younger ones, with the mean of time living in Brazil being around 21.5 years.

The prevalence of women is higher among natives in all regions. This result was also expected since the literature shows that men usually present higher probabilities of migration than women (CHANT, 1992; COOKE, 2008). Besides, the percentage of individuals living with spouses is higher among immigrants compared to natives.

One can see that the unemployment is higher among natives, suggesting a positive selection in favor of the immigrants. Besides, among those that actually work, the income of immigrants is much higher than the income of natives, in RMSP it is 132% higher, in RMSE it is 182% higher, and in RMS it is 111% higher. The percentage with a college degree helps to explain those differences since, among the immigrants, the percentage of individuals with such education degrees is much higher than among the natives.

Table 5 presents occupation mismatch by sex and immigration status. Comparing the results of Diaz and Machado (2008), who used the 2000 Census data, one can see that undereducation is considerably lower in our data, while overeducation is almost the same. The numbers found here are closer to the ones found by Santos (2002).

Focusing on undereducation first, one can see that, among natives, the percentage of women compared to men is considerably lower. Among immigrants, some interesting results arise. In RMSP, women present higher percentages of undereducated than men; in RMSE and RMS, it is the opposite. About overeducation, again we see that native women are in worse position than men, since their rates of overeducation are high in the three regions analyzed. Among immigrants, the conditions are similar in RMSP and RMSE, while women are worse off in RMS.

Table 6: Origin of international migrants

	RMSP	RMSE	RMS
Western, Middle, Eastern and Southern Africa	2.86	6.65	3.19
Northern Africa	0.8	0.81	0.49
South America	41.34	26.85	58.95
North America (Canada and United States)	2.44	5.16	2.82
Central America, Caribbean and Mexico	1.33	2.53	2.41
Central, South and Western Asia	4.81	2.17	4.16
Eastern and Southeast Asia	20.36	7.5	8.43
European Economic Area and Switzerland	25.74	47.28	18.72
Non-European Economic Area	0.2	0.57	0.36
Oceania	0.13	0.48	0.47
Advanced	39.18	54.5	26.4

Source: Own elaboration using 2010 Census data.

Still considering Table 5, comparing immigrants and natives, in the three regions analyzed, immigrant men present lower percentages of undereducation and higher of overeducation. However, they are more adequate. Among women, we see the same results in RMSE and RMS. However, in RMSP, the percentage over undereducated is higher among immigrants and the percentage of overeducated is higher among natives.

Finally, as in Nieto, Matano, and Ramos (2015), for RMSE and RMS regions, overeducation is more prevalent among immigrants than natives.

Table 6 presents the origin of the immigrants. In RMSP, most immigrants came from South America's countries. Besides, a good proportion came from countries belonging to the European Economic Area and Switzerland, and Eastern and Southeast Asia. In RMSE, almost half of the immigrants came from the European Economic Area and Switzerland, followed by South America. In the South, or more specifically, RMS, mostly came from other South American countries (almost 59%). The proximity to South American countries like Argentina, Uruguay and Paraguay is probably the main reason for such a result. Notwithstanding, it is in RMS where the prevalence of those who came from non-advanced countries is higher, about 74%. In RMSP the non-advanced countries are also the majority. Only in RMSE the majority of immigrants came from advanced countries, about 54,5%. Those results can help to explain the difference in education and wages between those regions. For this reason, the variable advanced will be considered in our econometric analysis.

According to Baeninger and Antico (1996), since the 1980's, Brazil has been characterized by a new kind of immigrants coming from Latin America. In big cities – such as São Paulo, Rio de Janeiro and Porto Alegre – growing the services sector has been growing, which demands workers with technical knowledge to work, for example, in sectors like telecommunications and finance. This demand is parallel with the demand for workers who generally exercise manual activities, less paid and with low qualifications. In this context, there are occupations that attract both immigrants with low and high education, both willing to accept the salary premium for taking the risks of migrating.

5.2 Econometric Results

As in a selection model, one or more variables must be chosen to be instrument(s). In other words, they must be included in the equation of choice (1st stage), but not in the earnings equation (2nd stage). The ideal is to select the ones affecting the decision variable in the first stage, but that do not influence the dependent variable in the second. Therefore, two variables are possible good instruments in our estimation: if the individual has kids (PASTORE; SATTAR; TIONGSON, 2013) and if it is married (GAMA; MACHADO, 2014). The idea implicit here is that having kids or being married will probably influence the individual's decision about getting a job, but not the earnings. It is hard to believe that those characteristics will influence how much the employer is willing to pay the employee.

The results of the estimations are presented in tables 7 and 8. In Table 7 are presented the results of the first stage, i.e., the selection equation. The first three columns compare immigrants and natives for each region. The last column compares immigrants only. Marginal effects are presented because they are easily interpretable.

Starting with immigrants and natives' estimations, one can see that married people are more likely to be employed. Having kids has the same result, although the coefficients are smaller. Being an immigrant increases the probability of being working by 2.4 percentage points in RMSP. The coefficients are not significant in RMSE and RMS. As expected, age has a positive impact on employment (except in RMS), women are less likely to be working, as well as people with less than high school education. Years living in Brazil have no impact on RMSP and a positive impact on the other two regions.

About the last column on Table 7, it is worth noting that, among immigrants, having kids and age do not influence the probability of an immigrant working. Besides, the coefficients for region of residence are also not significant, suggesting that there is no difference in assimilation – in terms of labor market absorption – among those regions. Again, women are less likely to be employed, but the magnitude of the coefficients are smaller. Since immigrants are known to be positively selected, when we compare a sample only of them, it is expected the differences to be smaller for some demographic characteristics (DRINKWATER; EADE; GARAPICH, 2009). Level of education has no impact on the probability of being employed – this may be a consequence of the Brazilian relative position compared to countries of origin, in which or no formal education is necessary, or it is important only to have higher education, since college education does not make any difference compared to no education.

Focusing on Table 8, the inverse of Mills ratio is a measure of the probability of participating in the labor market. The coefficient is negative and significant in estimates (RMSE) and (RMS), which suggest that some unobservable characteristics make the individual more propense to work, but at the same time influence he/she to has a smaller wage; and non-significant and negative in estimates (RMSE) and (Immig), suggesting no selection.

In all regions, the negative occupation mismatch (overeducated) has a significant impact on wages. The effect is highest on RMSP and the lowest in RMS. Being an immigrant increases the wages by 31.5%⁵ in RMSP, by 21% in

⁵exp 0.274 – 1

Table 7: Selection Equation, Model Probit: Marginal Effects Reported

	RMSP	RMSE	RMS	Immig
Spouse? (No omitted)	0.015 *** (0.0009)	0.017 *** (0.0008)	0.014 *** (0.0007)	0.010 * (0.0058)
Kids? (No omitted)	0.005 *** (0.0009)	0.007 *** (0.0007)	0.005 *** (0.0006)	0.000 (0.0049)
Immigrant? (No omitted)	0.024 *** (0.0071)	0.008 (0.0103)	0.008 (0.0069)	
Immigrant Region (RMSP omitted)				
RMSE				0.005 *** (0.0053)
RMS				-0.004 (0.0061)
Age in Years	0.005 *** (0.0008)	0.002 *** (0.0009)	0.001 (0.0006)	-0.001 (0.0017)
Squared age	-0.000 *** (0.0000)	-0.000 (0.0000)	-0.000 (0.0000)	0.000 (0.0000)
Sex (male omitted)	-0.039 *** (0.0008)	-0.045 *** (0.0007)	-0.026 *** (0.0005)	-0.012 ** (0.0049)
Level of education (Less than High School omitted)				
High School	0.012 *** (0.0008)	0.014 *** (0.0006)	0.007 *** (0.0005)	-0.005 (0.0056)
College or more	0.048 *** (0.0007)	0.044 *** (0.0006)	0.018 *** (0.0005)	0.005 (0.0053)
Attends school? (No omitted)	-0.001 (0.0012)	0.000 (0.0011)	-0.002 ** (0.0009)	-0.016 (0.0105)
Years living in Brazil	-0.001 (0.0007)	0.003 *** (0.0008)	0.001 ** (0.0006)	0.001 *** (0.0005)
Squared years living in Brazil	0.000 ** (0.0000)	-0.000 ** (0.0000)	-0.000 (0.0000)	-0.000 ** (0.0000)
Advanced country? (No omitted)				-0.003 (0.0050)
Observations	417 337	587 699	529 431	6671

Source: Own elaboration based on the estimations.

RMSE, and by 15,3% in RMS. These results go along with the self-selection hypothesis attested by [Chiswick and Miller \(2008\)](#).

As expected, age has a positive effect on wages, but the effect presents the inverse U-shape; women gain less than men on average, the difference in South being smaller, and more formal education increases wages. Those that study receive better wages as soon as those living longer in Brazil (RMSE and RMSP). In other words, experience has a positive effect on wages, as expected.

Now, paying attention to the last column in table 8, one can see that the effects of job mismatch is even higher among immigrants than for all samples, results similar to [Nieto, Matano, and Ramos \(2015\)](#). Overeducated workers receive about 51.6% less than undereducated, controlling for other characteristics. It is expected that those in occupations below their education receive less, as found by [Sicherman \(1991\)](#) but the difference is higher than expected. [Sloane, Battu, and Seaman \(1996\)](#) argue that workers with more education than required in a particular occupation are simply compensating for a lack of other forms of human capital, such as less experience, for example. In this case, undereducated people could be considered more productive, and, for this reason, they are better paid.

The place of residence, age, years living in Brazil and if attends school are not significant influencing differences in wages among immigrants. Again, immigrant women are less paid than immigrant men ([RUIZ, 2016](#); [KHAN, 2016](#)), yet the wage gap is smaller than for the other groups; finally, as expected,

Table 8: Second Stage: Wage Equation

	RMSP	RMSE	RMS	Immig
Job Mismatch (undereducated omitted)				
Adequate	-0.208 *** (0.0027)	-0.142 *** (0.0022)	-0.137 *** (0.0050)	-0.297 ** (0.1340)
Overeducated	-0.526 *** (0.0038)	-0.440 *** (0.0032)	-0.403 *** (0.0077)	-0.725 *** (0.1646)
Immigrant? (No omitted)	0.274 *** (0.0227)	0.191 *** (0.0276)	0.142 * (0.0765)	
Immigrant Region (RMSP omitted)				
RMSE				0.201 (0.1319)
RMS				0.153 (0.1441)
Age in Years	0.033 *** (0.0020)	0.038 *** (0.0022)	0.031 *** (0.0058)	0.071 * (0.0408)
Squared age	-0.000 *** (0.0000)	-0.000 *** (0.0000)	-0.000 *** (0.0001)	-0.001 (0.0005)
Sex (male omitted)	-0.385 *** (0.0046)	-0.401 *** (0.0038)	-0.358 *** (0.0080)	-0.331 ** (0.1628)
Level of education (Less than High School omitted)				
High School	0.559 *** (0.0030)	0.560 *** (0.0025)	0.525 *** (0.0058)	0.544 ** (0.1479)
College or more	1.473 *** (0.0062)	1.405 *** (0.0044)	1.190 *** (0.0086)	1.373 *** (0.1525)
Attends school? (No omitted)	0.055 *** (0.0035)	0.052 *** (0.0033)	0.064 *** (0.0083)	0.190 (0.2729)
Years living in Brazil	0.017 *** (0.0016)	0.004 * (0.0021)	0.007 (0.0055)	-0.002 (0.0161)
Squared years living in Brazil	-0.000 *** (0.0000)	-0.000 *** (0.0000)	-0.000 (0.0001)	-0.000 (0.0003)
Advanced country? (No omitted)				0.252 ** (0.1176)
Lambda (Inverse of Mills ratio)	-0.016 (0.0565)	-0.418 *** (0.0397)	-1.562 *** (0.1260)	-4.014 (4.8042)
Constant				
	(0.0281)	(0.0232)	(0.0487)	(1.0378)
Observations	417 337	587 699	529 431	6671

Source: Own elaboration based on the estimations.

more formal education leads to better wages.

Even controlling for education, sex, age, region of residence and so on, the difference in wages considering the immigrant's place of origin still persists, as found by Nieto, Matano, and Ramos (2015), indicating a worse scenario – maybe discrimination – against immigrants from non-advanced countries. Immigrants from advanced countries are expected to gain 28.7% more than immigrants from non-advanced countries. Therefore, in the battle for getting a job, the origin of immigrant does not seem to matter. However, in the battle for wage it does matter.

6 Final Remarks

Brazil is a country that presents a lot of dissimilarities and inequalities, but at the same time, it is also a place for opportunities for migrants. In this study, the main objective was to test if there are differences in assimilation and wage gains based on the country of origin, and also how occupation mismatch affects wages and the differences when we compare immigrants and natives. Estimates were made for three different regions: Metropolitan Area of São Paulo; Metropolitan Areas of Southeast (without São Paulo); and Metropolitan

Areas of South.

It is important to notice that, in the period chosen, Brazil was experiencing expressive growth, with a low unemployment ratio, after two complicated years. Nowadays, Brazil and the rest of the world are facing an expressive crisis, in which it could be expected a dynamic adjustment that tends to differentiate the migrant from the native, especially the migrant in precarious situations.

Undereducation was found to be between 19.2 and 24.3% among immigrants and between 23.7 and 27% among natives, while overeducation varies between 19 and 23.2% among immigrants and between 16.2 and 18.9% among natives, suggesting some regional differences. The main results show that immigrants are more likely to be working than natives. Besides, there is no difference in the probabilities of finding jobs between those from advanced countries and those from non-advanced countries. However, at the same time, workers from non-advanced countries receive worse wages, even controlling for education, sex, age, etc., which could indicate discrimination. There is expressive literature in Brazil addressing this issue (VILELA, 2011; SOUCHAUD, 2012).

Occupational mismatch is very important in explaining the difference in wages. Besides, there are some significant regional differences. For all samples, adequate individuals earn about 13% less than their undereducated counterparts in RMS and RMSE and about 19% less in RMSP. Among immigrants, the difference is even higher, about 26%. When comparing overeducated and undereducated workers, one can see that the first group earns, on average, much less than the second. Again, for the total sample, the difference is higher in RMSP (41%), followed by RMSE (36%) and RMS (33%). Among immigrants, overeducated workers earn on average about 52% less than undereducated workers do.

Considering the fact that a large number of immigrants coming from developing countries are not legal and they work in service and manufacturing sectors, recent crises (2014, COVID-2019) has possible implications that go beyond our approach in this paper, but it should be considered in future work. Since Brazil is still in better condition than its neighbors, crises like that are likely to even expand the immigration from those countries.

It is worth mentioning that Brazil experienced in the last 20 years expressive expansion of university vacancies, not necessarily along with improvement in quality. Consequently, it is expected that overeducation, among immigrants and natives, has grown in recent years, since the country is facing several crises. One example is the rapid growth of uber drivers, a lot of them with college degrees.

Lastly, the high coefficients for the mismatch can be due to unobservable characteristics, as for example, discrimination, as cited above. Specifically, for estimations RMSP, RMSE and RMS, the selection bias of migrants (harder, more productive) can also help to explain those high coefficients, which is a limitation of the present paper.

References

- ALVES, Pamella Kamiya; MONSUETO, Sandro Eduardo, et al. *Qualificados e Subempregados – uma análise da inserção ocupacional dos trabalhadores com educação superior no Brasil*. [S. l.], June 2014.
- BAENINGER, Rosa; ANTICO, Cláudia. Questões decorrentes da emergência da migração internacional no Brasil. In: PROGRAMA INSTITUCIONAL DE AVALIAÇÃO E ACOMPANHAMENTO DAS MIGRAÇÕES INTERNACIONAIS NO BRASIL CONTEMPORÂNEO. *Migrações internacionais: herança XX, agenda XXI*. Campinas: FNUAP, 1996. v. 2.
- BAKER, Michael; BENJAMIN, Dwayne. The performance of immigrants in the Canadian labor market. *Labor Economics*, v. 12, n. 3, p. 369–405, 1994.
- BASSO, Felipe Silva. *Inserção e sobre-escolaridade dos jovens no mercado de trabalho diante das transformações econômicas e sociais brasileiras na última década*. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG, 2017.
- BATTU, Harminder; BELFIELD, Clive R; SLOANE, Peter J. How well can we measure graduate over-education and its effects? *National Institute Economic Review*, v. 171, n. 1, p. 82–93, 2000.
- BORJAS, George J. *Labor Economics*. 5. ed. Maidenhead, England: McGraw Hill Higher Education, 2009.
- BORJAS, George J. Self-selection and the earnings of immigrants: reply. *American Economic Review*, v. 80, n. 1, p. 305–308, 1990.
- CHANT, Sylvia. *Gender and migration in developing countries*. Belhaven Press, London, England, 1992.
- CHISWICK, Barry R. The effect of Americanization on the earnings of foreign-born men. *Political Economy*, v. 86, n. 5, p. 897–921, 1978.
- CHISWICK, Barry R; MILLER, Paul W. Why is the payoff to schooling smaller for immigrants? *Labour Economics*, v. 15, n. 6, p. 1317–1340, 2008.
- COOKE, Thomas J. Migration in a family way. *Population, Space and Place*, v. 14, n. 4, p. 255–265, 2008.
- DIAZ, Maria Dolores Montoya; MACHADO, Luciano. Overeducation e undereducation no Brasil: incidência e retornos. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, v. 38, n. 3, p. 431–460, 2008.
- DRINKWATER, Stephen; EADE, John; GARAPICH, Michal. Poles apart? EU enlargement and the labour market outcomes of immigrants in the United Kingdom. *International Migration*, v. 47, n. 1, p. 161–190, 2009.

- DUNCAN, Greg J; HOFFMAN, Saul D. The incidence and wage effects of overeducation. *Economics of Education Review*, v. 1, n. 1, p. 75–86, 1981.
- GAMA, Luiz Carlos Day; MACHADO, Ana Flávia. Migração e rendimentos no Brasil: análise dos fatores associados no período intercensitário 2000-2010. *Estudos Avançados*, v. 28, n. 81, p. 155–174, 2014.
- HARTOG, Joop. Over-education and earnings: where are we, where should we go? *Economics of Education Review*, v. 19, n. 2, p. 131–147, 2000.
- HECKMAN, James J. Sample selection bias as a specification error. *Econometrica*, v. 47, n. 1, p. 153–161, 1979.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA — IBGE. *Brasil: 500 anos de povoamento. Apêndice: Estatísticas de 500 anos de povoamento*. [S. l.: s. n.], 2000.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA — IBGE. *Metodologia do censo demográfico 2010*. v. 41. [S. l.: s. n.], 2013.
- KHAN, M Imran. Migrant and non-migrant wage differentials: A quintile decomposition analysis for India. *Indian Journal of Labour Economics*, v. 59, n. 2, p. 245–273, 2016.
- KLER, Parvinder. Graduate Overeducation in Australia: Comparing Two Points in Time (1991-1996). *Centre for Economic Policy Modelling*, 2003.
- KLUGMAN, Jeni. *Human development report 2009. Overcoming barriers: Human mobility and development*. [S. l.: s. n.], 5 Oct. 2009.
- MACHADO, Ana Flávia; OLIVEIRA, Ana Maria Hermeto Camilo; CARVALHO, Nayara França. Tipologia de qualificação da força de trabalho: uma proposta a partir da noção de incompatibilidade entre ocupação e escolaridade. *Nova Economia*, v. 14, n. 2, 2009.
- MARIONI, Larissa Silva. Overeducation in the labour market: evidence from Brazil. *Education Economics*, v. 29, n. 1, p. 53–72, 2021.
- MCGUINNESS, Seamus. Overeducation in the labour market. *Journal of Economic Surveys*, v. 20, n. 3, p. 387–418, 2006.
- MONSUETO, Sandro Eduardo. Demanda por cualificación y sub-empleo en Brasil: un análisis de los trabajadores con educación superior. In: PONENCIA PRESENTADA EN LAS X JORNADAS DE ECONOMÍA CRÍTICA.
- NIETO, Sandra; MATANO, Alessia; RAMOS, Raúl. Educational mismatches in the EU: Immigrants vs natives. *International Journal of Manpower*, v. 36, n. 4, p. 540–561, 2015.
- PASTORE, FRANCESCO; SATTAR, Sarosh; TIONGSON, Erwin R. Gender differences in earnings and labor supply in early career: evidence from Kosovo's school-

- to-work transition survey. *IZA Journal of Labor & Development*, v. 2, p. 1–34, 2013.
- PATARRA, Neide Lopes. Migrações internacionais de e para o Brasil contemporâneo: volumes, fluxos, significados e políticas. *São Paulo em Perspectiva*, v. 19, n. 3, p. 23–33, 2005.
- PATRINOS, Harry Anthony. Overeducation in Greece. *International Review of Education*, v. 43, n. 2, p. 203–223, 1997.
- PEREIRA, Viviane Mendonça. *O recente processo migratório interno brasileiro e seus determinantes*. 62 pp. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 2000.
- PINTO, José Marcelino Rezende. O acesso à educação superior no Brasil. *Educação & Sociedade*, v. 25, n. 88, p. 727–756, 2004.
- REIS, Mauricio Cortez. Educational mismatch and labor earnings in Brazil. *International Journal of Manpower*, v. 38, n. 2, p. 180–197, 2017.
- ROBST, John. College quality and overeducation. *Economics of Education Review*, v. 14, n. 3, p. 221–228, 1995.
- RUIZ, Antonio Caparrós. Wage growth and occupational mobility in Spain: movers vs stayers. *International Journal of Social Economics*, v. 43, n. 12, p. 1481–1506, 2016.
- SANTOS, Admilson Moreira. Overeducation no mercado de trabalho brasileiro. *Revista Brasileira de Economia de Empresas*, v. 2, n. 2, 2002.
- SASAKI, Elisa Massae; ASSIS, Gláucia Oliveira. Teorias das migrações internacionais. In: XII ENCONTRO NACIONAL DA ABEP, p. 1–19, 2000.
- SASSEN-KOOB, Saskia. Towards a conceptualization of immigrant labor. *Social Problems*, v. 29, n. 1, p. 65–85, 1981.
- SASSEN-KOOB, Saskia. Two stops in today's new global geographies: shaping novel labor supplies and employment regimes. *American Behavioral Scientist*, v. 52, n. 3, p. 457–496, 2008.
- SICHERMAN, Nachum. “Overeducation” in the labor market. *Journal of Labor Economics*, v. 9, n. 2, p. 101–122, 1991.
- SJAASTAD, Larry A. The costs and returns of human migration. *Journal of Political Economy*, v. 70, n. 5, p. 80–93, 1962.
- SLOANE, Peter J; BATTU, Harminder; SEAMAN, Paul T. Overeducation and the formal education/experience and training trade-off. *Applied Economics Letters*, v. 3, n. 8, p. 511–515, 1996.

- SOUCHAUD, Sylvain. A confecção: nicho étnico ou nicho econômico para a imigração latino-americana em São Paulo? *In: Imigração boliviana no Brasil*. Organized by: Rosana Baeninger. Campinas: Núcleo de Estudos de População-Nepo/Unicamp; Fapesp; CNPq; Unfpa, 2012. p. 75–92.
- TIENDA, Marta; WILSON, Franklin D. Migration and the earnings of Hispanic men. *American Sociological Review*, v. 57, n. 5, p. 661–678, 1992.
- VERHAEST, Dieter; OMEY, Eddy. The impact of overeducation and its measurement. *Social Indicators Research*, v. 77, n. 3, p. 419–448, 2006.
- VILELA, Elaine Meire. Desigualdade e discriminação de imigrantes internacionais no mercado de trabalho brasileiro. *Dados*, v. 54, p. 89–128, 2011.

Appendix A**Table A.1:** List of Advanced countries

Andorra	Greece	New Zealand
Australia	Holy See	Norway
Austria	Hong Kong	Portugal
Belgium	Iceland	San Marino
Bermuda	Ireland	Singapore
Canada	Israel	Slovakia
Cyprus	Italy	Slovenia
Czech Republic	Japan	South Korea
Denmark	Jersey	Spain
Faroe Islands	Liechtenstein	Sweden
Finland	Luxembourg	Switzerland
France	Malta	Taiwan
Germany	Monaco	United Kingdom
Guernsey	Netherlands	United States

DETERMINANTES DAS EXPORTAÇÕES DE FRUTAS DA REGIÃO NORDESTE BRASILEIRA (2000 – 2018): UMA ANÁLISE SOB A ÓTICA DO MODELO GRAVITACIONAL

FERNANDA CIGAINSKI LISBINSKI *
DANIEL ARRUDA CORONEL †
PAULO RICARDO FEITEL ‡

Resumo

Este trabalho analisa os determinantes das exportações das principais frutas produzidas pelo Nordeste brasileiro para seus principais mercados de destino, compreendendo o período de 2000 a 2018. A metodologia utilizada foi o modelo gravitacional. Os resultados encontrados corroboram com trabalhos seminais da literatura econômica, os quais indicam que os fluxos comerciais se relacionam positivamente com as rendas dos países importadores e negativamente com a distância entre país importador e exportador. Ademais, observou-se que o desempenho exportador de cada fruta analisada possui características próprias, tendo em vista que as variáveis analisadas influenciam esse desempenho diferentemente, destacando-se a importância dessa análise desagregada.

Palavras-chave: Nordeste brasileiro; exportações de frutas; agronegócio; modelo gravitacional; competitividade internacional.

Abstract

This paper analyzes the exports determinants of the main fruits produced by the Brazilian Northeast region to its main destination markets, covering the period from 2000 to 2018. The methodology here uses gravity models. The results corroborate to seminal researches in the economic literature, which indicate that trade flows are positively related to the income of importing countries and negatively to the distance between importing and exporting countries. Furthermore, the export performance of each analyzed fruit has its own characteristics, considering that the variables analyzed influence this performance differently, highlighting the importance of this disaggregated analysis.

Keywords: Brazilian Northeast; fruits exports; agribusiness; gravity model; international competitiveness.

JEL classification: F11, F16, Q17

DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/1980-5330/ea181211>

* Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo (ESALQ-USP). E-mail: fernanda.lisbinski@usp.br

† Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). E-mail: daniel.coronel@uol.com.br

‡ Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). E-mail: prfeistel@gmail.com

1 Introdução

Dentre os setores do agronegócio, a fruticultura vem se destacando por apresentar crescimento de sua participação no comércio internacional, gerando divisas para o país, além de contribuir para uma maior abertura do mercado em relação ao comércio internacional. Segundo dados da [Agência Brasil \(2020\)](#), o Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo, com uma produção de cerca de 5 milhões de toneladas de frutas frescas, o que demonstra o potencial exportador desse setor. No entanto, o país exporta apenas, aproximadamente, 3% desse total. Dados da [SECEX \(2020\)](#) demonstram que, apesar do crescimento das exportações de frutas terem aumentado cerca de 15% em 2019, comparado a 2018, esse setor representou cerca de 0,4% do total de exportações brasileiras (US\$ 183,92 milhões) e cerca de 1,96% das exportações totais do agronegócio brasileiro em 2019. Entre os principais importadores desses produtos estão Países Baixos (33,37%), Estados Unidos (18,65%), Reino Unido (14,67%) e Espanha (12,49%) ([MDIC, 2020](#)).

Destaca-se que as maiores receitas das exportações brasileiras de frutas, em 2019, vieram de goiabas e mangas (24%), melões (17%), castanha de caju (12%), limões e limas (12%), uvas (10%) e mamões (5%), que ocuparam da 1ª a 6ª posições no ranking, respectivamente ([MDIC, 2020](#)). Dentre os países importadores das frutas brasileiras estão Países Baixos (32,4%), Reino Unido (15%), Estados Unidos (13%), Espanha (11%), Portugal (3,7%), Canadá (3,3%) e Alemanha (3,1%) ([MDIC, 2020](#)).

Diante do crescimento das exportações de frutas pelo Brasil, faz-se necessário analisar esse setor, destacando os seus determinantes, visto que, na literatura de comércio internacional, o fluxo comercial entre países é afetado por diversos fatores tais como localização geográfica, legislação, grau de abertura comercial, Produto Interno Bruto (PIB), barreiras sanitárias e fitossanitárias e outros. Além disso, conhecendo-se os fatores que afetam o mercado de frutas, poderão ser elaboradas ações mais eficientes que venham a fortalecer e melhorar a competitividade brasileira no mercado internacional, possibilitando aumento das exportações desse segmento e maiores oportunidades de inserção comercial.

De acordo com dados do [MDIC \(2020\)](#), no ano de 2019, os estados brasileiros que mais exportaram frutas foram Rio Grande do Norte (20,8%), Pernambuco (17,6%), Bahia (17,6%), Ceará (17,4%) e São Paulo (12%). Destaca-se, então, que a região brasileira que possui maior participação nas exportações de frutas é a Nordeste, representando cerca de 74,23% da receita de exportações brasileiras de frutas, justificando a escolha da região a ser analisada.

As exportações de frutas representam cerca de 5,5% da pauta exportadora dessa região. Destes, destacam-se limões e limas (3,77%), melão (16,20%), manga (20,55%), uva (8,19%) e a castanha de caju (14%), que, juntamente, somam cerca de 63% do total de frutas exportadas pela região, por isso a escolha dos produtos a serem analisados. Dentre os fatores que tornam a Região Nordeste como a principal produtora de frutos do país, destacam-se os decorrentes das características edafoclimáticas, a extensão territorial disponível, a localização geográfica e a sua proximidade com portos, o que permite uma ligação maior com os países que importam as frutas analisadas, que são limões e limas, manga, uva, castanha de caju e melão ([BARBOSA, 2006](#)).

Nesse sentido, o objetivo geral desta pesquisa é analisar o desempenho exportador das principais frutas produzidas no Nordeste brasileiro, já referidas,

tendo como referência o período de 2000 a 2018. A escolha do período se deve ao fato de que a análise de um período mais longo pode contribuir para entender com melhor acuidade o desempenho exportador dessas frutas, verificando como os cenários econômicos e institucionais têm afetado essas exportações ao longo dos anos.

A metodologia utilizada foi o modelo gravitacional do comércio em seu formato desagregado. Segundo Polder e Meijeren (2000), a utilização desse tipo de modelo de forma agregada apresenta limitações ao analisar o comércio de países que se encontram em desenvolvimento, os quais têm grande dependência de um único setor, ignorando o peso de todos os demais setores econômicos. Nesse sentido, a utilização de um modelo gravitacional desagregado ou estendido permite analisar as exportações de produtos específicos, que é o caso desta pesquisa. Destaca-se, ainda, que o modelo gravitacional supõe que o fluxo comercial entre os países está diretamente relacionado com os atributos locais do país que exporta e do país que importa (como população, PIB, grau de abertura da economia, acordos comerciais e outros) e inversamente relacionado com a distância existente entre eles.

Justifica-se a presente pesquisa pelo fato de o Brasil ser o terceiro maior produtor mundial de frutas, e, em 2018 essa produção chegou a 39.925.947 de toneladas, representando cerca de 5% da produção mundial, no entanto, no ranking de exportadores o Brasil ocupa a 23ª posição, exportando, em 2018, 877,5 mil toneladas de frutas, o que equivale a US\$ 975,4 milhões (FAO, 2020). Além disso, nos últimos anos, a exportação desses produtos tem aumentado significativamente, demonstrando o potencial exportador brasileiro com relação ao produto. Por fim, ressalta-se que os fluxos de comércio entre o Brasil e os países importadores de frutas são afetados por diferentes fatores, sendo importante estudar o seu comportamento, para, assim, formular políticas que fomentem a relação comercial do Brasil com outros países. Dessa forma, quanto maior o número de informações disponíveis, mais eficientes e eficazes serão a tomada de decisões, visando ao fortalecimento e aumento da competitividade dessas frutas no mercado internacional, possibilitando maior abertura e oportunidades de inserção comercial.

Destaca-se, ainda, que a fruticultura irrigada se localiza, principalmente, no meio do semiárido brasileiro, região que apresenta a maior concentração da parcela dos pobres rurais. Segundo o Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (IBGE, 2010), dos cerca de 16 milhões de extremamente pobres no Brasil, considerando os que auferem renda de até R\$ 70,00, cerca de 20% destes residiam na zona rural do semiárido brasileiro, o que corresponde a mais de 3 milhões de pessoas, demonstrando que a região necessita de estímulos para que o país apresente um desenvolvimento mais homogêneo e que esses problemas sejam resolvidos, melhorando a situação rural do semiárido nordestino.

Cabe ainda ressaltar que este trabalho se diferencia dos demais encontrados na literatura brasileira, pois estimam-se os modelos por *Generalized Least Square* (GLS) como uma possível solução para problemas de autocorrelação e heterocedasticidade encontradas em modelos de gravidade.

2 Referencial teórico

2.1 A Produção de Frutas no Nordeste Brasileiro

No ano de 2018, as exportações totais mundiais de frutas frescas geraram uma receita de US\$ 8,2 bilhões, apresentando um crescimento de 11,3%, comparado ao ano de 2017. Destaca-se que a China é a maior produtora mundial de frutas, seguida da Índia e do Brasil. Os principais exportadores foram Tailândia (20%), Nova Zelândia (18,66%), Vietnã (8,8%), Itália (6,6%) e Hong Kong (5,4%). E os principais compradores dessas frutas são União Europeia (53,6%), Estados Unidos (18,9%), China (13,9%), Rússia (5,1%) e Canadá (4,8%) (OEC, 2020).

Atualmente, o Brasil encontra-se na 7ª posição como maior produtor mundial de uva e na 13ª posição como maior exportador mundial. É o 3º maior exportador de manga no mercado mundial, representando 10,77% das exportações totais mundiais, e ocupa a 6ª posição como maior produtor mundial. É o 3º maior exportador de melões no mercado mundial, representando 9,8% das exportações totais mundiais, e a 6ª posição como maior produtor mundial. Ocupa a 16ª posição como exportador da castanha no mercado mundial, representando 1,5% das exportações totais mundiais, e está na 9ª posição como maior produtor mundial. Por fim, o Brasil ocupa a 9ª posição como exportador de limões e limas no mercado mundial, representando 2,8% das exportações totais mundiais, e a 5ª posição como maior produtor mundial de limão, ficando atrás de Índia, México, China e Argentina (FAO, 2020; USDA, 2020).

Em 2018, o Nordeste brasileiro exportou (incluindo nozes e castanhas) US\$ 614,2 milhões, o que representou cerca de 63% das exportações de frutas do país. O Vale do São Francisco, localizado entre os Estados de Pernambuco e da Bahia, é responsável por mais de 80% do valor das exportações de manga brasileira e por cerca de 99% da receita do Brasil decorrente das exportações de uva. Os Estados do Ceará e do Rio Grande do Norte, juntos, foram responsáveis por cerca de 98,4% das exportações nacionais de melão e, ainda, o Ceará respondeu por cerca de 81% do valor total de castanha de caju que é destinada à comercialização no mercado externo (MDIC, 2020; VIDAL; XIMENES, 2019).

A Região Nordeste apresenta a segunda maior participação na produção de uva e, em 2018, contribuiu com cerca de 31,52% da produção total do Brasil. A maior parte dessa produção concentra-se no Vale do São Francisco, com destaque para o Estado de Pernambuco (PE), que apresentou uma produção de 423.382 toneladas no ano de 2018, e um crescimento de 8,48% da produção comparada ao ano anterior; e para o Estado da Bahia (BA), com produção de 75.378 toneladas, 47,54% maior, comparada ao ano de 2017. É importante salientar que a Região Nordeste brasileira é a maior exportadora desse fruto *in natura* (MELLO, 2018).

Com relação à produção de manga, as principais regiões produtoras no Brasil são a Região Sudeste e a Nordeste, que, juntamente, somaram, em 2018, 99% do volume de produção nacional. Destaca-se que a Região Nordeste, neste ano, foi responsável por 76,3% da produção nacional. No ano de 2018, os principais produtores foram Pernambuco, com 496.937 toneladas (37,67%), Bahia, com 378.362 toneladas (28,68%), e São Paulo, com produção de 202.328 toneladas (15,33%) (IBGE, 2019).

No que concerne à produção de melão, a principal região produtora é a

Nordeste, em especial a localidade da Chapada do Apodi, que fica na divisa dos Estados do Rio Grande do Norte e do Ceará, embora haja, também, forte produção em Pernambuco e na Bahia. O maior produtor é o Rio Grande do Norte, que produziu 338.615 toneladas em 2018, seguido do Ceará, com 85.215 toneladas, ambos, juntamente, somaram cerca de 73% do volume total da produção nacional (ABRAFRUTAS, 2018; IBGE, 2019).

A Região Nordeste também é a principal produtora de castanha de caju no Brasil e detém 98,64% da produção nacional. O maior produtor é o Ceará, com 83.036 toneladas, seguido do Piauí, com 24.885 toneladas em 2018, e o Estado do Rio Grande do Norte, que produziu 17.986 toneladas. Conjuntamente, os três estados somaram cerca de 89% do volume total da produção nacional (IBGE, 2019).

Com relação à produção de limões e limas, a Região Nordeste representa 6,6% da produção nacional. Os maiores produtores da Região Nordeste são Bahia (66%), Sergipe (14,6%) e Ceará (8%) (IBGE, 2019).

Apesar do grande destaque da Região Nordeste na produção de frutas, o fruticultor nordestino ainda vê o comércio externo como um grande desafio e um objetivo difícil de ser alcançado. A principal dificuldade consiste na adequação das propriedades e da produção às exigências do mercado externo, que exige muito mais do que o mercado interno, tais como garantia de qualidade e utilização de procedimentos que provocam mudanças e adaptações significativas na sua estrutura de produção, regulamentos excessivos e protecionistas de fiscalização, gestão ambiental, processos de pós-colheita, acondicionamento, relações trabalhistas e outros procedimentos que muitas vezes são inacessíveis à grande parte desses produtores (COSTA, 2016).

Nesse sentido, é necessário criar e incentivar uma cultura exportadora dos fruticultores nordestinos e brasileiros. Para isso, é importante a ampliação dos mercados e investimentos que visem ao desenvolvimento do setor frutífero brasileiro, sobretudo na Região Nordeste, onde, mesmo diante das dificuldades climáticas enfrentadas, os produtores têm investido nesse setor com foco no mercado externo. Além disso, a facilidade de produção de várias espécies de frutas nas regiões do país, sobretudo no Nordeste brasileiro, ao longo dos anos, nos dá uma grande vantagem competitiva no mercado externo de frutas (COSTA, 2016).

Destaca-se, ainda, que o mercado de frutas apresenta grande potencial, visto que há uma tendência de saudabilidade, isto é, o aumento da preocupação com a saúde e o consumo de frutas que venham a proporcionar uma melhor qualidade de vida. Sendo assim, os principais desafios do mercado de frutas são manter a qualidade e segurança fitossanitária para aumentar o espaço e a competitividade no mercado internacional; melhorar a padronização e qualidade dos frutos destinados ao mercado interno; buscar o aumento da produção no segundo semestre, momento em que os preços são maiores; e, aumentar a competitividade e a produção, diminuindo os custos (CEPEA, 2020).

Por fim, segundo Evangelista *et al.* (2006), o Nordeste é uma das poucas regiões do mundo com vantagens comparativas e competitivas para proporcionar a elevação das exportações de frutas tropicais *in natura* para países da Europa, Estados Unidos e Ásia, no período de outubro a abril, que são os meses em que a oferta dos países do Hemisfério Norte é interrompida pelo clima de inverno, de forma que venha a aproveitar a capacidade ociosa da infraestrutura dos atacadistas (rede de frios) dos países compradores. Estima-se que

no Nordeste há uma área de cinco milhões de hectares para irrigação, sendo a fruticultura uma cultura indicada à ocupação desse espaço. Além dessas vantagens, a fruticultura destaca-se como uma opção de geração de empregos estáveis na agricultura, sendo uma das alternativas para a promoção do desenvolvimento rural e regional.

2.2 Síntese da origem e conceitos da Teoria Gravitacional

A aplicação dos modelos de gravidade nas ciências sociais teve início em 1858, quando o economista e sociólogo norte-americano Henry Charles Carey utilizou-se das leis da física Newtoniana para explicar os fenômenos da migração (CAREY, 1867). O modelo proposto por Carey foi considerado muito simples e necessitava de melhorias até chegar ao modelo utilizado atualmente. Diante disso, vários autores usaram o modelo de gravidade para explicar diversos fenômenos, tais como os fluxos migratórios (GREENWOOD, 2005; KAREMERA; OGULEDO; DAVIS, 2010); o investimento direto estrangeiro (BEVAN; ESTRIN, 2004; BELLOS; SUBASAT, 2011; BERGSTRAND; EGGER, 2007); as viagens e o turismo (GREENWOOD, 2005; DELUNA JR; JEON, 2014; MORLEY; ROSSELLÓ; SANTANA-GALEGO, 2014); e, para analisar o fluxo do comércio (BECKERMAN, 1956; TINBERGEN, 1962; MCCALLUM, 1995; ANDERSON; VAN WINCOOP, 2004), entre outras aplicações.

Nesse contexto, os modelos gravitacionais aplicados com o objetivo de explicar o fluxo do comércio entre dois países estabelecem que esse fluxo é diretamente proporcional ao tamanho de sua renda (medida pelo PIB) e inversamente proporcional à distância entre eles, apresentando-se como uma analogia à teoria gravitacional newtoniana (AZEVEDO, 2004).

Segundo Coelho (1983, p. 01), os modelos gravitacionais foram deduzidos analogicamente da lei gravitacional de Newton e são encarados como modelos descritivos, em que se estabelece que a força de atração (F) entre dois corpos com massas m_1 e m_2 é dado por:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2} \quad (1)$$

Assim, de acordo com a lei da gravidade de Newton, a força de atração (F) entre dois corpos com massas ($m_1 m_2$) é diretamente proporcional ao produto dessas duas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância (d^2) entre elas.

O primeiro a fazer uso, nas ciências econômicas, foi Isard (1960) ao analisar, com foco regional, o potencial da mobilidade do fator trabalho nas regiões do Estados Unidos da América, utilizando como medida de massa o rendimento, alegando que, quanto maior fosse o produto da região, maior seria a sua atração por trabalhadores. Além disso, o autor estudou o fluxo do comércio de mercadorias dentro do país, concluindo que o fluxo comercial entre regiões é influenciado pela distância entre eles, de forma que, quanto maior for a distância entre esses dois países (produtor-consumidor), menor será o volume de comércio entre eles.

As primeiras aplicações do modelo gravitacional ao mercado internacional foram apresentadas por Tinbergen (1962) e Pöyhönen (1963). O objetivo de ambos foi explicar o volume de comércio entre dois países, afirmando que este se encontra relacionado de maneira positiva com o tamanho do país, o qual é

medido pelo PIB, e negativamente relacionado com o custo de transporte de mercadorias, que é dado pela distância entre os países.

Tinbergen (1962) constatou que o tamanho de uma economia é medido pelo seu PIB. Assim, quanto maior for o país, maior será a sua produção e o seu portfólio de produtos, de forma que, quanto maior for a sua diversificação de produtos, menor será a sua necessidade de importação, por outro lado, esse país tem uma capacidade maior de exportar. A distância apresenta impacto negativo, visto que, quanto maior a distância, maior será o custo de transporte, e, portanto, menor será o fluxo comercial entre ambos. Dessa forma, o fluxo comercial entre duas economias será diretamente proporcional ao tamanho de sua renda, representada pelo PIB, e inversamente proporcional à distância entre eles.

Assim, o fluxo comercial entre duas economias pode ser expresso pela equação proposta por Krugman e Obstfeld (2012), de forma que o valor de comércio entre países ou regiões é diretamente proporcional ao PIB de ambos e inversamente proporcional à distância entre eles, conforme:

$$T_{ij} = A \frac{Y_i Y_j}{D_{ij}} \quad (2)$$

Em que, T_{ij} = ao fluxo bilateral de comércio entre os países ou regiões i e j ;

Y = renda dos países ou regiões i e j ;

D_{ij} = a distância geográfica entre os países ou regiões i e j ; e

A = a constante do modelo.

Com base na equação apresentada, Krugman e Obstfeld (2012) destacam três fatores responsáveis pelo volume do comércio entre dois países. São eles o tamanho do PIB de ambos os países e a distância geográfica entre eles. Quanto à lógica do modelo, os autores afirmam que grandes economias possuem maior renda, e, portanto, tendem a importar mais, assim como tendem a ter grande participação na exportação mundial, pois possuem maior produtividade e diversidade no portfólio de produtos. Dessa forma, o tamanho do comércio entre dois países será proporcional ao tamanho da renda (medida pelo PIB) deles.

Ao longo do tempo, esse modelo passou por várias modificações, com a inclusão de novas variáveis que pudessem retratar a realidade encontrada da forma mais precisa possível, sem perder sua essência. Destacam-se os autores como Tinbergen (1962), que incluiu a variável tamanho populacional como meio de verificar o papel da economia de escala; Anderson (1979), que utilizou propriedades dos sistemas de despesa como hipótese de preferências homotéticas entre regiões e diferenciou os produtos de acordo com seu local de origem, verificando o impacto da renda no fluxo do comércio; Bergstrand (1985), que incluiu variáveis de preço; Bergstrand (1989), que incorporou ao modelo variáveis como renda *per capita* do país importador, relacionado à preferência e a renda *per capita* do país exportador, uma proxy do índice de dotação capital-trabalho do país exportador; Helpman (1987), o qual utilizou uma abordagem sob a ótica do modelo de Heckscher-Ohlin, trabalhando com a diferenciação de produtos (para explicar o comércio intraindústria), economias de escala e concorrência monopolística; e mais recentemente, Anderson e Van Wincoop (2004), que adicionaram variáveis de resistência multilateral, relacionando o comércio bilateral com o tamanho, as barreiras comerciais bilaterais e as variáveis de resistência multilateral, e, em 2004, os autores verificaram que os custos de comércio estão vinculados às políticas econômicas.

Tinbergen (1962) e Polder e Meijeren (2000) afirmam que os modelos gravitacionais de comércio bilateral são formados por um conjunto de fatores, ou seja, os fatores de atração do comércio, demanda e oferta dos países importadores j e exportadores i ; e os fatores de resistências, sendo elas físicas (derivadas do transporte) ou artificiais (derivadas de tarifas, políticas comerciais, restrições comerciais e outras).

Para Feenstra (2004), a equação gravitacional surgiu de forma natural, visto que os países são especializados em diferentes produtos e bens e precisam realizar trocas. Assim, eles efetuam trocas por dois motivos: diferenciação do produto, uma vez que cada país é especializado na produção de um bem de forma que produza aquilo que lhe favoreça economicamente em relação aos demais países; e, para obter economias de escala, assim o país especializado em determinado bem pode produzi-lo em grande quantidade, tornando a sua produção mais eficiente do que se tentasse produzir todos os demais bens.

Destaca-se que os modelos gravitacionais, apesar de demonstrarem pouco, pois se trata de um modelo estático e, portanto, não captam fenômenos dinâmicos, trazem um conjunto de evidências de que sua utilização é altamente sugestiva e fomentam um consenso dos principais fatores econômicos que impactam os fluxos comerciais bilaterais, apresentando grande contribuição para a compreensão do comércio internacional (DEARDORFF, 1998).

Por fim, ressalta-se que não há um modelo específico que explique o comércio internacional de maneira precisa e completa. No entanto, os modelos tentam captar e retratar empiricamente a complexidade do mundo real.

2.3 Aplicação do modelo gravitacional à literatura econômica

Na literatura econômica, o modelo gravitacional destaca-se como um instrumento utilizado para explicar os fluxos comerciais entre países ou regiões. Esse instrumento, conforme apresentado anteriormente, estabelece que o fluxo comercial ou o volume de comércio entre duas economias é determinado pela renda destas, de modo que, quanto maior a renda de um país, maior será seu poder aquisitivo, maiores serão as trocas efetuadas por ele e maior será a diversidade do portfólio de produtos; e está negativamente relacionado com a distância geográfica entre elas, pois, quanto maior for a distância, maior será o custo de transporte e logística, e, por isso, menores serão as trocas ou relações comerciais entre esses dois países. Diante disso, vários são os estudos, em nível internacional e nacional, que se utilizam do modelo gravitacional para explicar o fluxo e o volume de exportações de um país para o comércio mundial. Nesta seção, apresentam-se as contribuições de Fonseca, Xavier e Costa (2010), Almeida, Silva e Braga (2011), Silva, Ferreira e Lima (2015), Cateia, Veloso e Feistel (2018), Irandu (2019), Xu (2010) e Nunes (2019).

Fonseca, Xavier e Costa (2010) analisaram as vantagens e as barreiras (tarifárias ou não tarifárias) em relação ao comércio mundial em detrimento do mercado interno para as exportações de uvas frescas brasileiras. Para isso, utilizaram o modelo gravitacional, mais precisamente, o modelo de regressões aparentemente não relacionadas (*Seemingly Unrelated Regressions – SUR*), com dados de 1996 a 2009. Os resultados indicam uma relação negativa entre as exportações de uvas frescas e a distância entre o Brasil e o país importador, de modo que o aumento de 1% da distância provoca a redução da exportação dessa fruta em -1,03%. No entanto, existe uma relação positiva entre estas

exportações e a interação entre o PIB do país importador e o PIB interno, de modo que o aumento de 1% na interação dos PIBs provocaria o aumento de 0,18% nas exportações dessa fruta. Por fim, a razão de preço pago apresentou impacto significativo e positivo nas exportações de uvas frescas, de modo que o aumento de 1% nos preços pagos no Brasil provoca um aumento de 2,74% nas exportações de uvas frescas.

Almeida, Silva e Braga (2011) avaliaram os fatores determinantes dos custos de transporte das exportações brasileiras de café verde. Além disso, avaliaram os impactos que esses fatores possuem sobre as exportações dessa *commodity*. Por meio do método *Tobit* com dados em painel, referentes aos anos de 2000 a 2006, estimaram a equação. Os resultados indicaram que os gastos com transporte, nas exportações da *commodity*, são sensíveis à distância entre o Brasil e os seus pares comerciais, isto é, quanto maior for a distância, maiores serão os custos de transporte. Ao analisar as exportações, os autores constataram que a distância entre os países e a ausência de litoral nos países importadores foram os fatores que apresentaram maior impacto sobre os custos de transporte, identificados como principais barreiras às exportações do café verde.

Silva, Ferreira e Lima (2015) analisaram o desempenho exportador da manga e da uva do vale do submédio do São Francisco, no comércio internacional, para o período de 2003 a 2013. Para isso, estimaram dois modelos gravitacionais, um para cada fruta, utilizando a técnica econométrica de dados em painel com efeitos aleatórios. Ao estimar as exportações da manga, as variáveis PIB do país importador e PIB do país exportador apresentaram impacto positivo e significativo, de modo que o aumento de 1% destes provocaria um aumento de 0,77% e 0,14% no fluxo comercial desses produtos, respectivamente. As variáveis população, razão preço-pago, grau de abertura comercial também apresentaram impacto positivo e significativo, de forma que o aumento de 1% dessas variáveis provocaria o aumento de 0,33%, 2,09% e 0,46% nas exportações da fruta. Com relação à uva, ao estimar a equação, os autores verificaram que as variáveis PIB do país importador e PIB do país exportador apresentaram impacto positivo e significativo, de modo que o aumento de 1% destes provocaria um aumento de 0,88% e 0,67% no fluxo comercial desse produto, respectivamente. As variáveis população, razão preço-pago, grau de abertura comercial também apresentaram impacto positivo e significativo, de forma que o aumento de 1% dessas variáveis provocaria o aumento de 0,37%, 2,16% e 1,45%, respectivamente, nas exportações de uva. A variável distância apresenta impacto negativo e significativo para as exportações de manga e de uva, de modo que o aumento de 1% dessa variável provocaria a diminuição de 2,56% e 2,38%, respectivamente, da exportação dessas frutas.

Cateia, Veloso e Feistel (2018) analisaram os determinantes das exportações de castanha de caju da Guiné-Bissau para a Índia. Na análise, utilizaram dados referentes ao período de 1986 a 2011. O modelo gravitacional utilizado tem como base o modelo de Bergstrand (1985). Utilizando o modelo de dados em painel (MQO-*pooled*), estimaram a equação gravitacional. Os resultados apontaram que o fluxo de exportações de castanha de caju tem relação negativa com o custo de transporte e positiva com a taxa de câmbio e rendas bruta e *per capita*.

Irandu (2019) investigou os fatores que determinam as exportações do setor de horticultura do Quênia, usando o modelo de gravidade. O autor analisou dados sobre o valor de exportações hortícolas para os 10 principais mer-

cados comerciais parceiros com o Quênia, tais como o Reino Unido e membros selecionados da União Europeia. Os resultados revelaram que os valores das exportações hortícolas do Quênia são mais altos na União Europeia. Na Grã-Bretanha, o valor das exportações hortícolas também foi significativo. Verificou-se, portanto, que um aumento de 1% no valor do PIB provoca, em média, um aumento no valor das exportações hortícolas do Quênia em 1,049%. O coeficiente da variável distância implica que, quando a distância aumenta em 1% em média, o comércio bilateral diminui em 1,136%. Com relação à população, o coeficiente demonstra que um crescimento de 1% na população do Quênia aumenta seu comércio bilateral total em cerca de 0,3%. Por fim, a variável *dummy* de idioma oficial comum não foi significativo.

Xu (2010) utilizou o modelo gravitacional do comércio para analisar empiricamente os fluxos comerciais e instruções de kiwis em 9 países, por 5 anos. Os resultados demonstraram que a escala econômica (PIB) e os arranjos institucionais dos parceiros comerciais foram fatores significativos. Assim, o PIB nacional apresentou impacto significativo e positivo nas exportações de kiwis, enquanto que o volume de exportação mostrou-se negativamente correlacionado com a distância geográfica entre os parceiros comerciais. Além disso, a taxa de câmbio efetiva real encontrou-se negativamente correlacionada com o volume de exportações, mas seu resultado não foi significativo.

Nunes (2019) analisou os determinantes das exportações brasileiras de mamão, considerando países da Europa, da América do Sul e América do Norte que representaram quase 98% do total de exportações do referido fruto, no período de 2001 a 2016. Para isso, o autor utilizou o modelo gravitacional, por meio da análise de dados em painel, considerando as seguintes variáveis: as rendas *per capita* do Brasil e dos países importadores, distância, taxa de câmbio, Índice de Liberdade de Negócios, preços internacionais e variáveis binárias correspondentes ao bloco econômico do qual faz parte o país importador e a presença de litoral. Os resultados apontaram que as exportações do mamão brasileiro são explicadas diretamente pelo PIB do Brasil e de seus parceiros comerciais e é inversamente proporcional à distância entre eles. Verificou-se, ainda, a presença de relação direta do fluxo comercial desse produto com os preços internacionais, e inversa com a taxa de câmbio. Além disso, constatou-se a presença de impactos negativos de países do MERCOSUL e do NAFTA sobre as exportações do mamão brasileiro.

3 Metodologia

3.1 O modelo gravitacional utilizado

O modelo a ser utilizado neste trabalho caracteriza-se por uma regressão do tipo log-log e pode ser expresso da seguinte forma:

$$\ln X_{ijt} = \alpha_0 + \beta_1 \ln Y_{it} + \beta_2 \ln Y_{jt} + \beta_3 \ln POP_{jt} + \beta_4 \ln D_{ijt} + \beta_5 \ln RPREC_{ijt} + \beta_6 \ln GLC_{jt} + \beta_7 \ln Segjur_{ijt} + u_{ijt} \quad (3)$$

Em que: $\ln X_{ij}$ representa o fluxo de comércio, medido em termos dos valores das exportações de limões e limas, melão, manga, uva e castanha de caju, realizadas da Região Nordeste para o país j ; α_0 representa a constante do modelo de regressão; Y_i e Y_j são os valores do Produto Interno Bruto (PIB) da região exportadora i e do país importador j , respectivamente; POP_j é a

Tabela 1: Sinais esperados pelas variáveis do modelo

Variável	Descrição	Sinal Esperado	Base Teórica
X_{ij}	Fluxo de comércio. Valor atribuído pelos valores das exportações	Variável Dependente	Tinbergen (1962), Aitken (1973), Feenstra, Markusen e Rose (2001) e Krugman e Obstfeld (2010); e outros.
Y_i e Y_j	PIB da região exportadora e do país importador, respectivamente.	(+)	Tinbergen (1962), Linnemann (1966), Feenstra, Markusen e Rose (2001) e Krugman e Obstfeld (2010); e outros.
POP_j	População do país que importa.	(+)	Linnemann (1966), Aitken (1973), Frankel, Stein e Wei (1995) e Irandu (2019); e outros.
D_{ij}	Distâncias entre a região exportadora e o país importador.	(-)	Geraci e Prewo (1977), Eichengreen e Irwin (1998), Hummels (1999) e Krugman e Obstfeld (2010); e outros.
$RPREC$	Razão entre o preço pago no país importador e preço pago no Brasil.	(+)	Fonseca, Xavier e Costa (2010) e Silva, Ferreira e Lima (2015).
GLC	Grau de Liberdade econômica dos países importadores	(+)	Silva, Ferreira e Lima (2015), Fonseca, Xavier e Costa (2010), Arevalo, Andrade e Silva (2016) e Nunes (2019).
$\ln Segjur_{ijt}$	Grau de Segurança Jurídica	(+)	Souza e Burnquist (2011), North (1995) e Coase (1960).

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

população do país importador; D_{ij} é a distância geográfica entre países ou regiões; $RPREC$ é a razão entre o preço pago no país importador e preço pago no Brasil; GLC_{jt} se refere ao grau de liberdade comercial do país importador; $\ln Segjur_{ijt}$ se refere ao grau de segurança jurídica nas negociações; e, u_{ijt} representa o termo de erro da equação.

Os sinais esperados dessas variáveis, de acordo com literatura econômica, encontram-se descritos no Tabela 1.

Ressalta-se que esse modelo é estimado para cada fruta, sendo elas limões e

limas, melão, manga, uva e castanha de caju. Portanto, o modelo foi estimado em cinco configurações diferentes, cada qual tratando das exportações de uma das frutas analisadas.

Dessa forma, e considerando que o modelo econométrico se utiliza de dados em painel, no próximo tópico, discute-se a utilização desse tipo de método.

Dados em Painel

Os dados econométricos podem apresentar três formas: dados de corte transversal (*cross-section*), que consistem em uma amostra de dados em um determinado período do tempo; dados em séries temporais (*time-series*), que consistem em um conjunto de valores observados em diferentes anos ao longo de um determinado intervalo de tempo; e, os dados em painel (ou longitudinais), que são um tipo especial de dados combinados e apresentam uma série de tempo para cada integrante do corte transversal do conjunto de dados (WOOLDRIDGE, 2016). Para Greene (2008), a principal vantagem da utilização de dados em painel sob *cross-section* é que permite ao pesquisador maior flexibilidade ao modelar diferentes comportamentos entre os indivíduos. Já para Wooldridge (2016), o principal benefício é que permite múltiplas observações sobre as mesmas unidades e o controle sobre certas características não observáveis dos indivíduos. Além disso, o autor afirma que os dados em painel permitem explorar a importância das defasagens do comportamento ou resultados na tomada de decisão.

Com base nisso, e considerando os trabalhos desenvolvidos em âmbito nacional e internacional que utilizaram o modelo gravitacional, o modelo econométrico estimado seguiu uma abordagem de dados em painel, pois esse tipo de abordagem permite maior flexibilidade ao modelar as diferenças. Para Baltagi (2005), esse tipo de estrutura permite a utilização de um maior número de observações, aumentando a variabilidade dos dados, o que diminui a colinearidade, aumenta os graus de liberdade e aumenta a eficiência das estimações do modelo. A estrutura do modelo, de modo genérico, do modelo de dados em painel, $y_{it} = X_{it} + Z_{ia} + u_{it}$, apresenta n regressores em X_{it} , sem a inclusão de uma constante. A heterogeneidade é dada por Z_{ia} , e Z_i , é composto por um termo constante e um grupo de variáveis individuais e específicas (GREENE, 2008).

Segundo Greene (2008), a análise de dados em painel pode ocorrer a partir de quatro modelos básicos: a regressão *Pooled*; modelo de efeitos fixos; modelo de efeitos aleatórios e coeficientes aleatórios. O autor ainda afirma que no modelo de regressão *Pooled*, a constante e o modelo por MQO (Mínimos Quadrados Ordinários) irão gerar estimadores consistentes e eficientes, pois não há autocorrelação dos resíduos, considerando constante a relação entre indivíduos em um determinado período de tempo, no entanto, acaba camuflando a heterogeneidade. Conforme Greene (2008), a estrutura do modelo *pooled* é basicamente $y_{it} = \alpha + x'_{it}\beta + \varepsilon_{it}$.

No modelo de efeitos fixos, os efeitos individuais podem se relacionar com os demais regressores, portanto, esse modelo é mais utilizado para prever comportamento individuais; no modelo de efeitos aleatórios, a heterogeneidade individual não observada é assumida como não correlacionada com as demais variáveis analisadas, sendo, portanto, mais utilizada para estudar a população como um todo; e a estimação dos coeficientes aleatórios pode ser

entendida como um modelo que possui um termo aleatório constante e, dependendo da base de dados, estende-se essa suposição para todos os coeficientes das unidades que compõem o cross-section (GREENE, 2008). Diante dos métodos apresentados por Greene (2008), destaca-se que os que permitem o tratamento da heterogeneidade dos dados são os modelos de efeito fixo e efeito aleatório.

Cheng e Wall (2005) afirmam que, ao se utilizar o método *pooled* para estimar um modelo de gravidade, pode-se gerar estimativas tendenciosas, visto que o comércio ou o fluxo comercial é influenciado por vários outros fatores não observados e associados a características específicas de cada país, o que não é captado por esse tipo de modelo, podendo influenciar as estimativas da equação gravitacional.

Por fim, destaca-se que os efeitos fixos são mais utilizados para a previsão de comportamento individual e os efeitos aleatórios para o estudo da população de forma geral.

Testes aplicados ao modelo

Para verificar o modelo mais apropriado para o presente estudo, utilizou-se o teste de Hausman (1978), o teste Chow (1960) e o teste LM de Breusch e Pagan (1980). De forma que no teste de Hausman, ao rejeitar-se a hipótese nula ($p < 0,05$), tem-se que o modelo de efeitos fixos é mais apropriado que o modelo de efeitos aleatórios, caso contrário, é preferível o modelo de efeitos aleatórios. No teste Chow, ao rejeitar-se a hipótese nula ($p < 0,05$), tem-se que o modelo de efeitos fixos é mais apropriado que o modelo *pooled*, caso contrário, é preferível o modelo *pooled*. E, por fim, no teste LM de Breusch-Pagan, ao rejeitar-se a hipótese nula ($p < 0,05$) tem-se que o modelo de efeitos aleatórios é mais apropriado que o modelo *pooled*, caso contrário, é preferível o modelo *pooled*. Para Maddala (2001), na escolha do modelo de dados em painel a ser estimado para o modelo gravitacional, entre painel de efeitos fixos ou efeitos aleatórios, deve-se, primeiramente, considerar o objetivo proposto pelo estudo, bem como os dados utilizados na análise.

Para verificar a presença de heterocedasticidade no modelo, foi realizado o teste de Wald, sendo a hipótese nula de homoscedasticidade (variância constante), e se rejeitada a hipótese nula, haverá heterocedasticidade. Destaca-se que a heterocedasticidade do modelo pode ser corrigida com a estimação do modelo na forma robusta ou ainda utilizando o *Generalized Least Square* (GLS), também conhecido como FGLS na literatura. Conforme Hirantha (2004) e Akhter e Ghani (2010), essa técnica é preferida diante de outras técnicas por causa de sua superioridade em lidar com os problemas de heterocedasticidade e autocorrelação. Já Greenaway (2000) afirma que a possibilidade de heterocedasticidade pode ser controlada usando erros-padrão robustos, esse método aproxima os estimadores de seus resultados clássicos (aqueles obtidos pelo método clássico) ao produzir estimadores que não são afetados por pequenas variações que provocariam resultados enviesados e testes ineficientes.

Outro teste necessário em dados em painel é o de raiz unitária, pois a presença de raiz unitária pode levar uma relação econométrica estimada a ser espúria, ou seja, sem nenhum sentido. Sendo assim, foi realizado o teste de raiz unitária desenvolvido por Levin, Lin e Chu (2002), o teste LLC, com o objetivo de observar se as séries utilizadas no estudo contêm raiz unitária.

Tabela 2: Testes Realizados no Modelo

Testes realizados	Hipótese do Teste
Teste de Hausman	H ₀ : Modelo de Efeitos Aleatório H ₁ : Modelo de Efeitos Fixos
Chow	H ₀ : Modelo pooled H ₁ : Modelo de Efeitos Fixos
LM de Breusch-Pagan	H ₀ : Modelo Pooled H ₁ : Modelo Efeito Aleatório
Teste de heterocedasticidade (Teste de Wald)	H ₀ : não há heterocedasticidade H ₁ : há heterocedasticidade
Teste de Wooldridge	H ₀ : ausência de autocorrelação H ₁ : presença de autocorrelação
Teste de raiz unitária (LLC)	H ₀ : presença de raiz unitária H ₁ : ausência de raiz unitária

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

O Tabela 2 apresenta a síntese das informações referentes aos testes realizados no modelo. Para a estimação do modelo e apuração dos resultados, foi utilizado o *software* STATA 16.0. Após a apresentação dos testes que serão realizados no modelo, parte-se para a definição das variáveis e fonte de dados que serão utilizados neste trabalho.

Dados e variáveis do modelo

Os dados utilizados para a estimação dos resultados do modelo são de fontes secundárias. Dessa forma, tem-se as seguintes variáveis e suas fontes de dados: PIB da região exportadora, que será obtido no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE; população e PIB dos países importadores, no Banco Mundial; exportação da região e importações dos países, no Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDIC; a distância entre os países em quilômetros (km) foram obtidas no *United States Department of Agriculture* (USDA); e, por fim, as variáveis grau de segurança jurídica e Grau de Liberdade Comercial, na base de dados do *Fraser Institute*.

No Tabela 3 apresenta a síntese das informações referentes às variáveis do modelo.

Dessa maneira, e conforme explanado anteriormente, a amostra utilizada é anual e compreende o período entre os anos de 2000 a 2018 (período de 19 anos), englobando-se os dez maiores países importadores de limões e limas, melão, manga, uva e castanha de caju, produzidos no Nordeste brasileiro, conforme apresentado a seguir:

Manga: Alemanha, Argentina, Canadá, Chile, Espanha, Estados Unidos, Países Baixos (Holanda), Portugal, Reino Unido, Rússia;

Melão: Alemanha, Canadá, Espanha, Estados Unidos, França, Itália, Países Baixos (Holanda), Portugal, Reino Unido, Suécia;

Uva: Alemanha, Argentina, Bélgica, Emirados Árabes Unidos, Espanha, Estados Unidos, Irlanda, Noruega, Países Baixos (Holanda), Reino Unido;

Tabela 3: Descrição das Variáveis Utilizadas

Variável	Descrição	Fonte
X_{ij}	Fluxo de comércio. Valor atribuído pelos valores das exportações em dólares	MDIC
Y_i e Y_j	PIB da região exportadora e do país importador, respectivamente.	IBGE e Banco Mundial
POP_j	População do país que importa.	Banco Mundial
D_{ij}	Distâncias entre a região exportadora e o país importador.	USDA - United States Department of Agriculture
$RPREC$	Razão entre o preço pago no país importador e preço pago no Brasil.	PAM/IBGE/MDIC/IPEA
GLC	Grau de Abertura econômica dos países importadores	Fraser Instituto
$\ln Segjur_{ijt}$	Grau de Segurança Jurídica	Fraser Instituto

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

Limões e Limas: África do Sul, Alemanha, Bélgica, Canadá, Emirados Árabes, Espanha, França, Países Baixos (Holanda), Portugal, Reino Unido;

Castanha de Caju: Argentina, Canadá, Chile, Estados Unidos, França, Itália, México, Países Baixos (Holanda), Portugal, Reino Unido.

A seleção da amostra dos países analisados deu-se em razão da regularidade e intensidade do fluxo de importações desses produtos produzidos pelo Nordeste brasileiro, no período analisado. Com relação aos demais países, por não apresentarem regularidade e por apresentarem baixa intensidade no fluxo de importações no período considerado, não foram incluídos na amostra.

4 Análise e discussão dos resultados

Nesta seção, apresentam-se os resultados encontrados a partir das estimativas dos modelos de gravidade propostos neste estudo. Nesse sentido, apresentam-se e discutem-se os resultados encontrados sobre o desempenho das exportações de uva, seguido da manga, do melão, dos limões e limas e da castanha de caju produzidos e exportados pelo Nordeste brasileiro.

4.1 Análise dos resultados encontrados para a uva

Primeiramente foi necessário efetuar a realização dos testes de raiz unitária, os quais revelaram que todas as variáveis se apresentaram estacionárias ao longo do tempo. Posteriormente, verificou-se qual a melhor forma de estimação do modelo econométrico que será utilizado. Os testes realizados para a escolha do modelo definiram que o melhor estimador é o método de efeito aleatórios (3) como o mais propício para representar o modelo a ser analisado neste trabalho. No entanto, no modelo (3), foi detectada a presença de heterocedasticidade na realização do teste de Wald. Além disso, o teste de Wooldridge apontou a existência de autocorrelação dos resíduos do modelo, sendo, portanto, necessário realizar a correção deste.

Para a correção do modelo, optou-se por utilizar o teste de estimador Robusto de White e o método de *Generalized Least Square* (GLS). Sendo assim, conforme Hirantha (2004) e Akhter e Ghani (2010), o método GLS é preferido diante de outras técnicas por causa de sua superioridade em lidar com os problemas de heterocedasticidade e autocorrelação. Dessa forma, neste trabalho, optou-se por apresentar os estimadores no formato *Pooled*, Efeito Fixo, Efeito Aleatório, Efeito Aleatório Corrigido (estimador Robusto de White) e GLS, para eventuais comparações. Destaca-se que nesta pesquisa apresentou-se somente a interpretação do modelo estimado pelo método GLS tendo em vista que, segundo Hirantha (2004) e Akhter e Ghani (2010), é a preferida e mais adequada na presença de autocorrelação e heterocedasticidade em modelos de gravidade.

Os resultados (conforme Tabela 4) apontaram que o coeficiente da variável PIB da região exportadora ($\ln Y_i$) foi estatisticamente significativo ao nível de 5% e apresentou sinal coerente com o indicado pela literatura, demonstrando que um aumento de 1% no PIB da região Nordeste brasileira aumenta as exportações de uva da Região em 0,50%. Da mesma forma, o coeficiente da variável PIB dos países importadores ($\ln Y_j$) também apresentou sinal positivo e foi estatisticamente significante ao nível de 1%, de forma que um crescimento de 1% na renda dos países importadores de uva do Nordeste brasileiro faz com que o fluxo bilateral das exportações dessa fruta aumente em 1,27%. Esses resultados eram os esperados e corroboram com os trabalhos de Tinbergen (1962), Linnemann (1966), Feenstra, Markusen e Rose (2001), Krugman e Obstfeld (2010), Fonseca, Xavier e Costa (2010) e Silva, Ferreira e Lima (2015). Assim, quanto maior for a riqueza do país importador, maior será a tendência a importar produtos, neste caso a uva, e quanto maior o PIB do país produtor, maior será a diversidade do portfólio de produtos da pauta exportadora e maiores serão os fluxos comerciais bilaterais.

Com relação à variável distância ($\ln D_{ij}$), os resultados apontaram que o aumento em 1% na distância entre a região exportadora e o país importador provoca uma redução de 4,35% do fluxo bilateral das exportações de uva da Região Nordeste brasileira. Esse resultado é estatisticamente significativo ao nível de 10% e corrobora com os trabalhos de Geraci e Prewo (1977), Eichengreen e Irwin (1998), Hummels (1999), Krugman e Obstfeld (2010), Fonseca, Xavier e Costa (2010) e Silva, Ferreira e Lima (2015), os quais afirmam que essa variável funciona no modelo como uma *proxy* para o custo de transporte, de modo que, quanto maior a distância, maiores serão os custos de transporte e, conseqüentemente, do produto, afetando negativamente o fluxo de comércio.

É importante ressaltar que as frutas são produtos perecíveis, delicados e de fácil deterioração e que seus principais importadores são os países europeus, os quais se encontram distantes geograficamente, dificultando a entrega de um produto em perfeitas condições, sendo assim, o custo de transporte desses produtos é muito alto, porque envolve altas perdas e alto custo para a preservação do produto durante esse processo. Além disso, faltam investimentos essenciais para o desenvolvimento de um sistema eficaz de armazenagem e escoamento dessa produção (GONÇALVES; VIANNA; BACHA, 2007).

Destaca-se que os resultados apresentados até o momento corroboram com os estudos citados na seção 2.2 deste trabalho, onde os fluxos comerciais se relacionam positivamente com as rendas dos países importadores e negativamente com a distância entre país importador e exportador. De modo que,

Tabela 4: Resultados do modelo estimado

Variável	Pooled	Efeito Fixo	Efeito Alea- tório	Efeito Alea- tório Corri- gido	GLS
$\ln Y_i$	0,970*** (0,348)	0,426 (0,302)	0,632* (0,276)	0,632* (0,343)	0,502** (0,309)
$\ln Y_j$	0,698 (0,435)	1,637*** (0,571)	1,439*** (0,542)	1,439* (0,694)	1,277*** (0,4)
$\ln \text{segjur}_j$	-2,596 (1,993)	-2,193 (1,767)	-2,358 (1,732)	-2,358 (2,762)	0,221 (1,41)
$\ln D_{ij}$	-0,761 (1,336)	-	0,195 (6,038)	0,195 (3,631)	-4,356* (1,953)
$\ln RPREC$	1,531*** (0,555)	0,666* (0,36)	0,694* (0,357)	0,694 (0,623)	0,756*** (0,262)
$\ln GLC_j$	3,776* (1,572)	4,096*** (1,326)	4,042*** (1,3)	4,042*** (0,666)	2,878*** (0,907)
$\ln POP_j$	-0,117 (0,423)	1,211 (1,074)	-0,0453 (0,747)	-0,0453 (1,083)	-0,628 (0,408)
Const	-17,23 (12,37)	-63,78*** (17,29)	-42,12 (55,73)	-42,12 (40,62)	12,81 (17,65)
Nº Obs	166				
R ²	0,3721	-	-	-	-
Within	-	0,394	0,4848	0,4848	-
Between	-	0,2016	0,2433	0,2433	-
Overall	-	0,1706	0,2301	0,2301	-
Teste	Estatística		Prob		
Teste de Chow	10,6900		0,0000		
Breusch Pagan	439,0300		0,0000		
Hausman	8,1900		0,3160		
Wooldridge	56,9770		0,0000		
Wald Test	815,6900		0,0000		

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa, 2020.

Os valores entre parênteses são os resultados dos erros padrões, e * representa o nível de significância da variável sendo 10%: *, 5%: **, 1%: ***.

quanto maior a renda do país importador, maior será a capacidade de comércio bilateral deste, no entanto, quanto maior a distância, maior será o custo de transporte, justificando o impacto negativo dessa variável.

O coeficiente da variável razão preço pago no país importador frente aos preços pagos no Brasil ($\ln RPREC$) apresentou-se estatisticamente significativo ao nível de 1%, com sinal positivo, conforme esperado, demonstrando que uma elevação de 1% nessa variável aumenta em 0,75% as exportações de uva do Nordeste brasileiro. Esses resultados corroboram com os trabalhos de [Fonseca, Xavier e Costa \(2010\)](#), [Silva, Ferreira e Lima \(2015\)](#) e [Arevalo, Andrade e Silva \(2016\)](#), os quais afirmam que os resultados indicam que as vendas apresentam forte elasticidade diante das variações de preço.

Segundo [Evangelista et al. \(2006\)](#), o preço interno da fruta na região não é atrativo e é muito baixo, de modo que os fruticultores têm que recorrer ao mercado externo para poderem investir em suas propriedades e pagar suas dívidas junto ao banco. Sendo assim, os preços das frutas no mercado internacional, em dólar, são mais atrativos que os preços internos, mantendo a produtividade de alguns produtores com foco no mercado externo ([ADAMI et al., 2016](#)).

Com relação ao grau de liberdade da economia dos países importadores ($\ln GLC_j$), pode-se observar que essa variável também apresentou sinal positivo e foi estatisticamente significativa ao nível de 1%, indicando que um

aumento de 1% no grau de liberdade da economia dos países importadores provoca um aumento nas exportações da uva do Nordeste brasileiro em 2,87%. Esse resultado corrobora com os estudos de [Fonseca, Xavier e Costa \(2010\)](#), [Silva, Ferreira e Lima \(2015\)](#), [Arevalo, Andrade e Silva \(2016\)](#) e [Nunes \(2019\)](#), os quais afirmam que, quanto maior o grau de liberdade da economia do país importador, maiores serão as transações deste com os demais países do mundo, pois menores tendem a serem as barreiras de acesso ao mercado.

Segundo [Berggren \(2003\)](#), a liberdade econômica constitui um fator explicativo para o crescimento e a distribuição de renda dos países. Para a [Heritage Foundation \(2015\)](#), a liberdade econômica relaciona-se com a presença de barreiras tarifárias e não tarifárias que afetam as importações e exportações de bens e serviços, exercendo influência na regulamentação governamental, no preço dos produtos, ou na carga tributária imposta pelo governo do país. Sendo assim, quanto maior o grau de liberdade comercial, maior é a segurança nas relações bilaterais e, conseqüentemente, maiores serão o estabelecimento de contratos e de investimentos.

Por fim, as variáveis população ($\ln POP_j$) e segurança jurídica ($\ln segjur_j$) do país importador não apresentaram impactos estatisticamente significativos, nem ao menos a 10% de significância. Sendo assim, passa-se para a análise do desempenho exportador da manga produzida no Nordeste brasileiro.

4.2 Análise dos resultados encontrados para a manga

Primeiramente foi necessário efetuar a realização dos testes de raiz unitária, os quais revelaram que todas as variáveis se apresentaram estacionárias ao longo do tempo. Em seguida, realizaram-se os testes necessários para a escolha do modelo, os quais definiram como melhor estimador o método de efeitos fixos (3) como o mais propício para representar o modelo a ser analisado neste trabalho. No entanto, no modelo (3), foi detectada a presença de heterocedasticidade na realização do teste de Wald. Além disso, o teste de Wooldridge apontou a existência de autocorrelação dos resíduos do modelo, sendo, portanto, necessário realizar a correção deste.

Para a correção do modelo, optou-se por utilizar o teste de estimador Robusto de White e o método de *Generalized Least Square* (GLS). Dessa forma, na Tabela 5, apresentam-se os estimadores no formato *Pooled* (1), Efeito Aleatório (2), Efeito Fixo (3), Efeito Aleatório Corrigido (estimador Robusto de White) (4) e GLS (5), para eventuais comparações.

Os resultados (Tabela 5) apontaram que o coeficiente da variável PIB da região exportadora ($\ln Y_j$) foi estatisticamente significativo ao nível de 10% e apresentou sinal coerente com o indicado pela literatura, demonstrando que um aumento de 1% no PIB da Região Nordeste brasileira aumenta as exportações de manga produzidas pela região em 0,016%. Da mesma forma, o coeficiente da variável PIB dos países importadores ($\ln Y_j$) também apresentou sinal positivo e foi estatisticamente significante ao nível de 1%, de forma que um crescimento de 1% na renda dos países importadores de uva do Nordeste brasileiro faz com que o fluxo bilateral das exportações dessa fruta aumente em 1,78%. Esses resultados eram os esperados e corroboram com os trabalhos de [Tinbergen \(1962\)](#), [Linnemann \(1966\)](#), [Feenstra, Markusen e Rose \(2001\)](#), [Krugman e Obstfeld \(2010\)](#), [Fonseca, Xavier e Costa \(2010\)](#) e [Silva, Ferreira e Lima \(2015\)](#). Para [Krugman e Obstfeld \(2010\)](#), grandes economias possuem maior renda, e, portanto, tendem a importar mais, assim como tendem a ter

Tabela 5: Resultados do modelo estimado

Variável	Pooled	Efeito Fixo	Efeito Alea- tório	Efeito Alea- tório Corri- gido	GLS
$\ln Y_i$	0,0635 (0,168)	0,281** (0,13)	0,0928 (0,153)	0,0928* (0,159)	0,016* (0,177)
$\ln Y_j$	2,058*** (0,185)	1,775*** (0,195)	1,013*** (0,269)	1,013* (0,392)	1,778*** (0,249)
$\ln \text{segjur}_j$	0,889 (0,943)	-0,037 (0,932)	0,587 (0,988)	0,587 (1,055)	0,567 (0,92)
$\ln D_{ij}$	-2,202*** (0,447)	-1,952*** (0,637)	-	-	-3,018*** (0,947)
$\ln RPREC$	0,00102 (0,212)	-0,271* (0,15)	-0,302** (0,122)	-0,302 (0,289)	0,0279 (0,101)
$\ln GLC_j$	-0,577 (0,685)	0,879 (0,565)	1,127** (0,496)	1,127 (1,567)	0,436 (0,534)
$\ln POP_j$	-2,276*** (0,233)	-1,836*** (0,268)	8,120*** (1,824)	8,120** (2,727)	1,793*** (0,317)
Const	15,85** (4,912)	8,015 (5,536)	-161,6*** (29,22)	-161,6** (42,53)	21,96** (8,595)
Nº Obs	182				
R ²	0,637	-	-	-	-
Within	-	0,5655	0,5655	0,4822	-
Between	-	0,0002	0,0002	0,696	-
Overall	-	0,006	0,006	0,6211	-
Teste	Estatística		Prob		
Teste de Chow	36,0100		0,0000		
Breusch Pagan	603,6400		0,0000		
Hausman	27,3700		0,0001		
Wooldridge	11,8720		0,0073		
Wald Test	1509,1400		0,0000		

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa, 2020.

Os valores entre parênteses são os resultados dos erros padrões, e * representa o nível de significância da variável sendo 10%: *, 5%: **, 1%: ***.

grande participação na exportação mundial, pois possuem maior produtividade e diversidade no portfólio de produtos.

Com relação à variável distância ($\ln D_{ij}$), os resultados apontaram que o aumento em 1% na distância entre a região exportadora e o país importador provoca uma redução de - 3,18% do fluxo bilateral das exportações de manga da Região Nordeste brasileira. Esse resultado é estatisticamente significativo ao nível de 1% e corrobora com os trabalhos de Geraci e Prewo (1977), Eichen-green e Irwin (1998), Hummels (1999), Krugman e Obstfeld (2010), Fonseca, Xavier e Costa (2010) e Silva, Ferreira e Lima (2015), os quais demonstram o impacto negativo da variável no fluxo de comércio bilateral.

Destaca-se que os resultados apresentados até o momento corroboram com os estudos citados na seção 2 deste trabalho, onde os fluxos comerciais se relacionam positivamente com as rendas dos países importadores e negativamente com a distância entre país importador e exportador. De modo que, quanto maior a renda do país importador, maior será a capacidade de comércio bilateral deste, no entanto, quanto maior a distância, maior será o custo de transporte, justificando o impacto negativo dessa variável.

A variável população nesse modelo demonstrou-se estatisticamente significativa ao nível de 1%, e com sinal positivo, conforme esperado, demonstrando que uma elevação de 1% nessa variável aumenta em 1,79% as exportações de manga produzidas pelo Nordeste brasileiro. Esses resultados corro-

boram com os trabalhos de Linnemann (1966), Aitken (1973), Frankel, Stein e Wei (1995), Silva, Ferreira e Lima (2015) e Irandu (2019) que, ao tratarem de fluxos comerciais bilaterais, afirmam que a variável população do país importador é utilizada para captar o efeito relacionado ao tamanho do mercado interno desse país, sendo assim, quanto maiores os mercados internos, maiores os fluxos comerciais entre os países.

Por fim, a razão preço pago no país importador e exportador ($\ln RPREC$), grau de liberdade comercial ($\ln GLC_j$) e segurança jurídica do país importador ($\ln segjur_j$) não apresentaram impactos estatisticamente significativos, nem ao menos a 10% de significância.

4.3 Análise dos resultados encontrados para o melão

Os testes de raiz unitária revelaram que todas as variáveis se apresentaram estacionárias ao longo do tempo. Após a realização do teste de raiz unitária, realizaram-se os testes necessários para a escolha do modelo, os quais definiram como melhor estimador o método de efeitos fixos (3) como o mais propício para representar o modelo a ser analisado neste trabalho. No entanto, no modelo (3), foi detectada a presença de heterocedasticidade na realização do teste de Wald. Além disso, o teste de Wooldridge apontou a existência de autocorrelação dos resíduos do modelo, sendo, portanto, necessário realizar a correção deste.

Para a correção do modelo, optou-se por utilizar o teste de estimador Robusto de White e o método de *Generalized Least Square* (GLS). Dessa forma, na Tabela 6 apresentam-se os estimadores no formato *Pooled* (1), Efeito Aleatório (2), Efeito Fixo (3), Efeito Aleatório Corrigido (estimador Robusto de White) (4) e GLS (5), para eventuais comparações.

Os resultados (Tabela 6) apontaram que o coeficiente da variável PIB da região exportadora ($\ln Y_j$) foi estatisticamente significativo ao nível de 10% e apresentou sinal coerente com o indicado pela literatura, demonstrando que um aumento de 1% no PIB da região Nordeste brasileira aumenta as exportações de melão da região em 0,98%. Da mesma forma, o coeficiente da variável PIB do país importador ($\ln Y_j$) também apresentou sinal positivo e foi estatisticamente significativo ao nível de 1%, de forma que um crescimento de 1% na renda dos países importadores de melão do Nordeste brasileiro faz com que o fluxo bilateral das exportações dessa fruta aumente em 5,13%. Esses resultados eram os esperados e corroboram com estudos já citados ao longo deste trabalho. Assim, quanto maior for a riqueza do país importador, maior será a tendência a importar produtos, neste caso o melão, e quanto maior o PIB do país produtor, maior será a diversidade do portfólio de produtos da pauta exportadora e, portanto, maiores serão os fluxos comerciais bilaterais. Para Gräf e Azevedo (2013), o tamanho das economias é um fator indispensável na explicação do volume de comércio entre países, pois o PIB de uma economia reflete seu potencial produtivo, sua capacidade de produção e investimento em novas tecnologias que oferecem maior competitividade comercial, além de demonstrar seu potencial de consumo e sua condição financeira na aquisição de produtos.

Com relação à variável distância ($\ln D_{ij}$), os resultados apontaram que o aumento em 1% na distância entre a região exportadora e o país importador provoca uma redução de 12,70% do fluxo bilateral das exportações de melão da Região Nordeste brasileira.

Tabela 6: Resultados do modelo estimado

Variável	Pooled	Efeito Fixo	Efeito Alea- tório	Efeito Alea- tório Corri- gido	GLS
$\ln Y_i$	0,473 (0,607)	1,289*** (0,402)	2,522*** (0,421)	2,522** (1,064)	0,997* (0,541)
$\ln Y_j$	4,647*** (1,165)	4,242*** (1,146)	4,172*** (1,081)	4,172** (1,464)	5,128*** (1,003)
$\ln \text{segjur}_j$	-7,048* (3,597)	-3,87 (3,535)	-1,63 (3,281)	-1,63 (3,695)	-1,169 (2,915)
$\ln D_{ij}$	-8,282*** (2,373)	-8,049 (4,89)	-	-	-12,70*** (2,855)
$\ln RPREC$	3,425*** (0,597)	1,690*** (0,412)	1,942*** (0,381)	1,942* (0,983)	1,459*** (0,34)
$\ln GLC_j$	12,66** (5,958)	-7,375 (5,534)	-8,797* (5,183)	-8,797 (5,402)	-0,73 (4,026)
$\ln POP_j$	-4,874*** (1,29)	-4,198*** (1,354)	22,43*** (4,835)	22,43** (8,466)	-5,774*** (1,103)
Const	39,96 (30,52,)	88,82** (44,69)	-425,8*** (83,2)	-425,8** (16,14)	108,6*** (29,54)
Nº Obs	171				
R ²	0,4767	-	-	-	-
Within	-	0,4585	0,4585	0,4274	-
Between	-	0,1820	0,1820	0,2063	-
Overall	-	0,1670	0,1670	0,2623	-
	Teste	Estatística		Prob	
	Teste de Chow	12,6500		0,0000	
	Breusch Pagan	0,0000		1,0000	
	Hausman	267,19		0,0000	
	Wooldridge	144,6660		0,0000	
	Wald Test	1800,8100		0,0000	

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa, 2020.

Os valores entre parênteses são os resultados dos erros padrões, e * representa o nível de significância da variável sendo 10%: *, 5%: **, 1%: ***.

Mais uma vez, os resultados apresentados até o momento corroboram com os estudos citados na seção 2 deste trabalho, onde os fluxos comerciais se relacionam positivamente com as rendas dos países importadores e negativamente com a distância entre país importador e exportador. De modo que, quanto maior a renda do país importador, maior será a capacidade de comércio bilateral deste, no entanto, quanto maior a distância, maior será o custo de transporte, justificando o impacto negativo dessa variável.

A variável população ($\ln POP_j$) do país importador, neste modelo, demonstrou-se estatisticamente significativa ao nível de 1%, e com sinal negativo, divergindo da teoria tradicional, demonstrando que uma elevação de 1% nessa variável diminui em 5,77% as exportações de melão do Nordeste brasileiro. Isso se deve ao fato de que países como Alemanha, Canadá, Espanha, Estados Unidos, Países Baixos (Holanda) e Reino Unido, que fizeram parte da amostra utilizada, apesar de apresentar aumento populacional ao longo dos anos, tiveram uma leve diminuição das exportações bilaterais de melão, justificando, portanto, o sinal negativo da variável (MDIC, 2020). Wang e Winters (1992) afirmam que, quanto maior a população de um país, maior será a sua produção interna e, com isso, menor será a sua dependência com relação a outros mercados, reduzindo os fluxos comerciais bilaterais.

O coeficiente da variável razão preço pago no país importador frente aos preços pagos no Brasil ($\ln RPREC$) apresentou-se estatisticamente significa-

tivo ao nível de 1%, com sinal positivo, conforme esperado, demonstrando que uma elevação de 1% nessa variável aumenta em 1,46% as exportações de melão do Nordeste brasileiro.

Por fim, as variáveis grau de liberdade comercial ($\ln GLC_j$) e segurança jurídica ($\ln segjur_j$) do país importador não apresentaram impactos estatisticamente significativos, nem ao menos a 10% de significância.

4.4 Análise dos resultados encontrados para os limões e limas

Os testes de raiz unitária realizados revelaram que todas as variáveis se apresentaram estacionárias ao longo do tempo. Os testes realizados para a escolha do modelo definiram que o melhor estimador é o método de efeito aleatórios (3) como o mais propício para representar o modelo a ser analisado neste trabalho. No entanto, no modelo (3), foi detectada a presença de heterocedasticidade na realização do teste de Wald. Além disso, o teste de Wooldridge apontou a existência de autocorrelação dos resíduos do modelo, sendo, portanto, necessário realizar a correção deste.

Para a correção do modelo, optou-se por utilizar o teste de estimador Robusto de White e o método de *Generalized Least Square* (GLS). Dessa forma, na Tabela 7, apresentam-se os estimadores no formato *Pooled* (1), Efeito Aleatório (2), Efeito Fixo (3), Efeito Aleatório Corrigido (estimador Robusto de White) (4) e GLS (5), para eventuais comparações.

Os resultados obtidos a partir da estimação dos modelos encontra-se na Tabela 7 e apontaram que o coeficiente da variável PIB da região exportadora ($\ln Y_i$) foi estatisticamente significativo ao nível de 1% e apresentou sinal coerente com o indicado pela literatura, demonstrando que um aumento de 1% no PIB da Região Nordeste brasileira aumenta as exportações de limões e limas da região em 1,51%. Da mesma forma, o coeficiente da variável PIB dos países importadores ($\ln Y_j$) também apresentou sinal positivo e foi estatisticamente significativo ao nível de 1%, de forma que um crescimento de 1% na renda dos países importadores de limões e limas do Nordeste brasileiro faz com que o fluxo bilateral das exportações dessa fruta aumente em 2,59%.

Com relação à variável distância ($\ln D_{ij}$), os resultados apontaram que o aumento em 1% na distância entre a região exportadora e o país importador provoca uma redução de 6,23% do fluxo bilateral das exportações de limões e limas da Região Nordeste brasileira. Esse resultado é estatisticamente significativo ao nível de 1% e corrobora com os trabalhos de Geraci e Prewo (1977), Eichengreen e Irwin (1998), Hummels (1999), Krugman e Obstfeld (2010), Fonseca, Xavier e Costa (2010) e Silva, Ferreira e Lima (2015).

Mais uma vez, os resultados apresentados até o momento corroboram com os estudos citados na seção 2 deste trabalho, onde os fluxos comerciais se relacionam positivamente com as rendas dos países importadores e negativamente com a distância entre país importador e exportador. De modo que, quanto maior a renda do país importador, maior será a capacidade de comércio bilateral deste, no entanto, quanto maior a distância, maior será o custo de transporte, justificando o impacto negativo dessa variável.

A variável população ($\ln POP_j$) do país importador, nesse modelo, demonstrou-se estatisticamente significativa ao nível de 1%, e com sinal negativo (conforme as estimações do modelo anterior), divergindo da teoria tradicional, demonstrando que uma elevação de 1% nessa variável diminui em 2,41% as exportações de limões e lima do Nordeste brasileiro. Isso se deve ao fato de

Tabela 7: Resultados do modelo estimado

Variável	Pooled	Efeito Fixo	Efeito Alea- tório	Efeito Alea- tório Corri- gido	GLS
$\ln Y_i$	2,247*** (0,657)	0,848 (0,594)	1,583*** (0,511)	1,583*** (0,429)	1,509*** (0,576)
$\ln Y_j$	0,873 (0,856)	4,793*** (1,303)	2,493*** (0,815)	2,493*** (0,755)	2,594*** (0,738)
$\ln segjur_j$	0,419 (2,914)	3,171 (3,02)	1,172 (2,889)	1,172 (1,873)	4,594* (2,56)
$\ln D_{ij}$	-2,786 (1,903)	-	-5,504 (3,576)	-5,504* (2,819)	-6,232*** (1,794)
$\ln RPREC$	0,0816 (0,316)	-0,505** (0,245)	-0,573** (0,229)	-0,573** (0,21)	-0,101 (0,237)
$\ln GLC_j$	10,45* (6,141)	5,651 (6,344)	1,053 (5,028)	1,053 (3,43)	2,947 (5,004)
$\ln POP_j$	-0,621 (0,991)	-0,822 (2,905)	-1,822* (1,028)	-1,822 (1,174)	-2,408*** (0,872)
Const	-42,61 (29,4)	-141,0*** (48,83)	-11,6 (38,08)	-11,6 (30,06)	-6,633 (25,41)
Nº Obs	140				
R ²	0,3615	-	-	-	-
Within	-	0,4316	0,4126	0,4126	-
Between	-	0,109	0,1126	0,1126	-
Overall	-	0,0735	0,2083	0,2083	-
Teste	Estatística		Prob		
Teste de Chow	13,6100		0,0000		
Breusch Pagan	230,5200		0,0000		
Hausman	2,3300		0,9393		
Wooldridge	16,7270		0,0027		
Wald Test	1707,3700		0,0000		

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa, 2020.

Os valores entre parênteses são os resultados dos erros padrões, e * representa o nível de significância da variável sendo 10%: *, 5%: **, 1%: ***.

que países como África do Sul, Bélgica, Emirados Árabes Unidos, Países Baixos (Holanda) e Portugal, que fizeram parte da amostra utilizada, apesar de apresentar aumento populacional ao longo dos anos, tiveram uma leve diminuição das exportações bilaterais de limões e limas, justificando, portanto, o sinal negativo da variável, além disso, os demais países apresentam aumento populacional gradativo, mas oscilação ao longo do período analisado das exportações dessa fruta (MDIC, 2020).

O coeficiente da variável grau de segurança jurídica do país importador ($\ln segjur_j$) apresentou-se estatisticamente significativa ao nível de 10%, com sinal positivo, conforme esperado, demonstrando que uma elevação de 1% nessa variável aumenta em 4,59% as exportações de limões e limas do Nordeste brasileiro. Essa variável está relacionada com aspectos legais que ofereçam segurança e transparência nas ações do Estado ao realizar trocas comerciais. Esses resultados corroboram com o trabalho de Souza e Burnquist (2011), os quais afirmam que parte dos custos gerados no processo de comercialização estariam associados a atrasos portuários, ausência de transparência na aplicação de regras, ao procedimento burocrático e procedimentos aduaneiros desatualizados. Dessa forma, quanto maior o grau de transparência e segurança jurídica de um país, maiores são as trocas realizadas por este, pois ocorre aumento da facilitação do comércio. Para Coase (1960) e North (1995), quanto maior for a segurança estabelecida na relação contratual, maiores se-

rão as relações comerciais e a fixação de contratos entre duas economias, pois ocorre a diminuição da possibilidade do oportunismo.

Além disso, conforme Gonçalves, Vianna e Bacha (2007), o grande problema é a legislação brasileira, visto que o transporte da fruta se dá principalmente por meio marítimo, por isso é primordial que sejam realizados investimentos para facilitar o acesso aos terminais, e melhorias na operação portuária sejam realizadas, com a geração de maior espaço para movimentar cargas e liberação mais rápida dos contêineres vazios, evitando a demora no envio das frutas e a diminuição de perda de qualidade e descumprimento de contratos.

Por fim, as variáveis grau de liberdade comercial ($\ln GLC_j$) e razão preço pago ($\ln RPREC$) não apresentaram impactos estatisticamente significativos, nem ao menos a 10% de significância.

4.5 Análise dos resultados encontrados para a castanha

Após a realização do teste de raiz unitária, o qual indicou que todas as variáveis se apresentaram estacionárias ao longo do tempo, verificou-se qual a melhor forma de estimação do modelo econométrico a ser utilizado. Os testes realizados para a escolha do modelo definiram que o melhor estimador é o método de efeito aleatórios (3) como o mais propício para representar o modelo a ser analisado neste trabalho. No entanto, no modelo (3), foi detectada a presença de heterocedasticidade na realização do teste de Wald. Além disso, o teste de Wooldridge apontou a existência de autocorrelação dos resíduos do modelo, sendo, portanto, necessário realizar a correção deste.

Para a correção do modelo, optou-se por utilizar o teste de estimador Robusto de White e o método de *Generalized Least Square* (GLS). Dessa forma, na Tabela 8, apresentam-se os estimadores no formato *Pooled*(1), Efeito Aleatório (2), Efeito Fixo (3), Efeito Aleatório Corrigido (estimador Robusto de White) (4) e GLS (5), para eventuais comparações.

Os resultados obtidos a partir da estimação dos modelos encontram-se na Tabela 8 e apontaram que o coeficiente da variável PIB da região exportadora ($\ln Y_i$) foi estatisticamente significativo ao nível de 10% e apresentou sinal coerente com o indicado pela literatura, demonstrando que um aumento de 1% no PIB da Região Nordeste brasileira aumenta as exportações de castanha de caju da região em 0,036%. Da mesma forma, o coeficiente da variável PIB dos países importadores ($\ln Y_j$) também apresentou sinal positivo e foi estatisticamente significativa ao nível de 1%, de forma que um crescimento de 1% na renda dos países importadores de castanha de caju do Nordeste brasileiro faz com que o fluxo bilateral das exportações dessa fruta aumente em 1,08%. Segundo a OEC (2020), o consumo mundial de castanha de caju concentra-se em países de alta renda que possuem um consumo diversificado. Estados Unidos, Canadá e países europeus consomem, aproximadamente, 90% da demanda mundial de castanha de caju produzida.

Com relação à variável distância ($\ln D_{ij}$), os resultados apontaram que o aumento em 1% na distância entre a região exportadora e o país importador provoca uma redução de 1,03% do fluxo bilateral das exportações de castanha de caju da Região Nordeste brasileira.

Os resultados apresentados até o momento corroboram com os estudos citados na seção 2 deste trabalho, onde os fluxos comerciais se relacionam positivamente com as rendas dos países importadores e negativamente com

Tabela 8: Resultados do modelo estimado

Variável	Pooled	Efeito Fixo	Efeito Alea- tório	Efeito Alea- tório Corri- gido	GLS
$\ln Y_i$	0,161 (0,142)	0,0866 (0,168)	0,0818 (0,112)	0,0818* (0,229)	0,0358* (0,149)
$\ln Y_j$	1,020*** (0,137)	1,920*** (0,223)	1,773*** (0,204)	1,773*** (0,315)	1,078*** (0,162)
$\ln segjur_j$	0,556 (1,014)	-3,105*** (1,088)	-3,130** (1,008)	-3,130** (1,504)	0,519 (0,804)
$\ln D_{ij}$	1,454** (0,71)	-	0,568 (2,53)	-0,568 (2,309)	-1,027* (0,947)
$\ln RPREC$	-0,0137 (0,254)	-0,0101 (0,151)	-0,0198 (0,151)	-0,0198 (0,0904)	-0,0428 (0,086)
$\ln GLC_j$	-1,540*** (0,561)	1,005** (0,469)	0,815 (0,458)	0,815 (0,495)	-0,152 (0,488)
$\ln POP_j$	-0,487*** (0,162)	-1,975 (1,869)	-1,115** (0,412)	-1,115** (0,451)	-0,458** (0,207)
Const	-18,39* (6,014)	-0,711* (30,22)	-16,26* (20,15)	-16,26* (15,53)	-16,93* (7,851)
Nº Obs	190				
R ²	0,6312	-	-	-	-
Within	-	0,5287	0,5274	0,5274	-
Between	-	0,2572	0,5708	0,5708	-
Overall	-	0,3081	0,5503	0,5503	-
Teste		Estatística			Prob
Teste de Chow		32,5300			0,0000
Breusch Pagan		516,1500			0,0000
Hausman		5,3800			0,4959
Wooldridge		9,3460			0,0136
Wald Test		79,4800			0,0000

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa, 2020.

Os valores entre parênteses são os resultados dos erros padrões, e * representa o nível de significância da variável sendo 10%: *, 5%: **, 1%: ***.

a distância entre país importador e exportador. De modo que, quanto maior a renda do país importador, maior será a capacidade de comércio bilateral deste, no entanto, quanto maior a distância, maior será o custo de transporte, justificando o impacto negativo dessa variável.

A variável população ($\ln POP_j$) do país importador, nesse modelo, demonstrou-se estatisticamente significativa ao nível de 5%, e com sinal negativo (conforme as estimações do modelo anterior), divergindo da teoria tradicional, demonstrando que uma elevação de 1% nessa variável diminui em 0,46% as exportações de castanha de caju do Nordeste brasileiro. Isso se deve ao fato de que países como Argentina, Canadá, Chile, França e Reino Unido, que fizeram parte da amostra utilizada, apesar de apresentar aumento populacional ao longo dos anos, tiveram uma leve diminuição das exportações bilaterais de castanha de caju, justificando, portanto, o sinal negativo da variável, além disso, os demais países apresentam aumento populacional gradativo, mas oscilação ao longo do período analisado das exportações dessa fruta (MDIC, 2020).

Por fim, as variáveis grau de liberdade comercial ($\ln GLC_j$), segurança jurídica ($\ln segjur_j$), e razão preço pago ($\ln RPREC$) não apresentaram impactos estatisticamente significativos, nem ao menos a 10% de significância.

5 Conclusões

Este trabalho buscou analisar o desempenho exportador das principais frutas produzidas no Nordeste brasileiro, sendo os limões e limas, o melão, a manga, a uva e a castanha de caju, tendo como referência o período de 2000 a 2018. Para isso, utilizou-se como metodologia o modelo gravitacional do comércio, o qual supõe que o fluxo comercial entre os países está diretamente relacionado com os atributos locais do país que exporta e do país que importa (como população, PIB, grau de abertura da economia, acordos comerciais e outros) e inversamente relacionado com a distância que existe entre eles.

Por meio da estimação dos modelos gravitacionais, tornou-se possível apresentar os principais fatores condicionantes das exportações brasileiras da uva, da manga, do melão, dos limões e limas e da castanha de caju. O resultado da estimação do modelo de gravidade para as cinco frutas apontou que as variáveis PIB da região exportadora ($\ln Y_i$), PIB dos países importadores ($\ln Y_j$) e distância ($\ln D_{ij}$) foram estatisticamente significativas e apresentaram sinal coerente com o indicado pela literatura, onde os fluxos comerciais se relacionam positivamente com as rendas dos países importadores e negativamente com a distância entre país importador e exportador. De modo que, quanto maior a renda do país importador, maior será a capacidade de comércio bilateral deste, no entanto, quanto maior a distância, maior será o custo de transporte, justificando o impacto negativo dessa variável.

Além disso, para o modelo estimado para a uva, as variáveis grau de liberdade da economia dos países importadores ($\ln GLC_j$) e razão preço pago no país importador frente aos preços pagos no Brasil ($\ln RPREC$) demonstraram-se estatisticamente significativas e positivamente correlacionadas ao volume das exportações da fruta. Para o modelo da manga, a variável população demonstrou-se estatisticamente significativa e positivamente correlacionada ao volume de exportações da fruta.

Para o modelo do melão, as variáveis razão preço pago no país importador frente aos preços pagos no Brasil ($\ln RPREC$) e população ($\ln POP_j$) do país importador demonstraram-se estatisticamente significativas e com sinal positivo e negativo, respectivamente. O sinal negativo da variável população contraria a teoria tradicional, no entanto, isso se justifica pelo fato de que alguns países que fizeram parte da amostra utilizada, apesar de apresentar aumento populacional ao longo dos anos, tiveram uma leve diminuição das exportações bilaterais das frutas analisadas, justificando, portanto, o sinal negativo da variável, além disso, alguns países apresentaram aumento populacional gradativo, mas oscilação ao longo do período analisado das exportações dessas frutas.

Com relação aos limões e limas, a variável população ($\ln POP_j$) do país importador, nesse modelo, demonstrou-se estatisticamente significativa e com sinal negativo e a variável grau de segurança jurídica do país importador ($\ln segjur_j$) apresentou-se estatisticamente significativa e com sinal positivo. Para o modelo da castanha de caju, a variável população ($\ln POP_j$) do país importador demonstrou-se estatisticamente significativa e com sinal negativo divergindo da teoria tradicional.

Nesse sentido, é possível observar que o desempenho exportador de cada fruta analisada possui suas próprias características, de modo que o impacto das variáveis analisadas afeta esse desempenho de maneira diferente, destacando a importância da análise destas de forma desagregada. Assim, os resul-

tados obtidos nesta pesquisa fornecem indicativos quanto aos fatores que afetam o desempenho das exportações da uva, da manga, do melão, dos limões e limas e da castanha de caju produzidas no Nordeste brasileiro, no comércio internacional, oferecendo aos produtores e aos *policy makers* um direcionamento nas decisões de exportação de sua produção, bem como na implementação de políticas públicas que venham proporcionar um melhor desenvolvimento da fruticultura na região, mediante a utilização de medidas e ações mais pontuais, buscando a adequação às exigências do mercado externo, com vistas ao aumento da competitividade e da inserção comercial internacional, pois a maior parcela da produção das frutas produzidas pelo Nordeste brasileiro é destinada ao mercado doméstico. Assim, percebe-se que existe um potencial exportador que precisa ser explorado, e isso se dá pelo aumento da qualidade dessas frutas, investimento em melhorias e facilitação de transporte e escoamento dessa produção e melhorias no que concerne à infraestrutura e armazenamento da produção.

Além disso, para que o setor brasileiro de frutas se torne mais competitivo no mercado internacional, são necessários investimentos na capacidade de inovação e adaptação às condições de ordem política, legal e econômica aos seus principais parceiros comerciais, adequando-se às exigências do mercado externo. Proporcionará, ainda, maior agilidade aos processos comerciais, pois estes também são fatores que, embora não considerados neste estudo, exercem grande influência na conquista de mercados consumidores e expansão dos mercados já existentes. Garantirá, assim, o fortalecimento e sustentabilidade dessas frutas no mercado mundial.

Diante das limitações do método utilizado neste trabalho, como a limitação de dados para compor o painel gravitacional, o caráter estático do modelo e a falta de variáveis que possam captar aspectos dinâmicos e que afetam o fluxo de exportações das frutas analisadas, sugere-se, para trabalhos futuros e aprofundamento desta análise, a ampliação do número de variáveis, incluindo, por exemplo, variáveis relacionadas a barreiras sanitárias e fitossanitárias, idiomas, de infraestrutura de transporte, eficiência dos governo, ambiente de negócios e outras, além da utilização de métodos que possam captar fatores dinâmicos, e a ampliação do número de países importadores, das regiões exportadoras e das frutas analisadas, como a melancia, o mamão, a laranja e outras.

Referências

- ADAMI, Andréia Cristina Oliveira *et al.* Oferta de exportação de frutas do Brasil: o caso da manga e do melão, no período de 2004 a 2015. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 47, n. 4, p. 63–78, 2016.
- AGÊNCIA BRASIL. *Exportação de Frutas Cresce 18,3% nos primeiros meses de 2018*. 2020. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2018-04/exportacao-de-frutas-cresce-183-nos-primeiros-meses-de-2018>. Acesso em: 25 mar. 2020.
- AITKEN, Norman D. The effect of the EEC and EFTA on European trade: A temporal cross-section analysis. *American Economic Review*, v. 63, n. 5, p. 881–892, 1973.

- AKHTER, Naseem; GHANI, Ejaz. Regional integration in South Asia: An analysis of trade flows using the gravity model. *Pakistan Development Review*, p. 105–118, 2010.
- ALMEIDA, Fernanda Maria; SILVA, Orlando Monteiro; BRAGA, Marcelo José. O comércio internacional do café brasileiro: a influência dos custos de transporte. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 49, p. 323–340, 2011.
- ANDERSON, James E. A theoretical foundation for the gravity equation. *American Economic Review*, v. 69, n. 1, p. 106–116, 1979.
- ANDERSON, James E; VAN WINCOOP, Eric. Trade costs. *Journal of Economic Literature*, v. 42, n. 3, p. 691–751, 2004.
- AREVALO, Jorge Luis Sanchez; ANDRADE, Álisson Maxwell Ferreira; SILVA, Giuliano Alves Borges. Uma nota sobre modelos gravitacionais aplicados à exportação de café de Brasil, Colômbia e Peru. *Revista Brasileira de Economia*, v. 70, n. 3, p. 271–280, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES EXPORTADORES DE FRUTAS E DERIVADOS — ABRAFRUTAS. *Exportação de manga e uva do Vale do São Francisco cai 30% em 2018*. 2018. Disponível em: <https://abrafrutas.org/2019/01/19/exportacao-de-manga-e-uva-do-vale-do-sao-francisco-cai-30-em-2018/>. Acesso em: 5 maio 2020.
- AZEVEDO, André Filipe Zago. O efeito do Mercosul sobre o comércio: uma análise com o modelo gravitacional. *Pesquisa e Planejamento Econômico (PPE)*, v. 34, n. 2, p. 307–340, 2004.
- BALTAGI, Badi Hani. *Econometric analysis of panel data*. 3. ed. Nova York: John Wiley e Sons, 2005.
- BARBOSA, Gabriela Rocha. A fruticultura irrigada no Nordeste: estímulo ao desenvolvimento sustentável. In: XXVI ENEGEP. v. 26, p. 2–4.
- BECKERMAN, Wilfred. Distance and the pattern of intra-European trade. *Review of Economics and Statistics*, v. 38, n. 1, p. 31–40, 1956.
- BELLOS, Sotirios; SUBASAT, Turan. Governance and foreign direct investment: A panel gravity model approach. *International Review of Applied Economics*, v. 26, n. 3, p. 303–328, 2011.
- BERGGREN, Niclas. The benefits of economic freedom: a survey. *The Independent Review*, v. 8, n. 2, p. 193–211, 2003.
- BERGSTRAND, Jeffrey H. The generalized gravity equation, monopolistic competition, and the factor-proportions theory in international trade. *Review of Economics and Statistics*, v. 71, n. 1, p. 143–153, 1989.

- BERGSTRAND, Jeffrey H. The gravity equation in international trade: some microeconomic foundations and empirical evidence. *Review of Economics and Statistics*, v. 67, n. 3, p. 474–481, 1985.
- BERGSTRAND, Jeffrey H; EGGER, Peter. A knowledge-and-physical-capital model of international trade flows, foreign direct investment, and multinational enterprises. *Journal of International Economics*, v. 73, n. 2, p. 278–308, 2007.
- BEVAN, Alan A; ESTRIN, Saul. The determinants of foreign direct investment into European transition economies. *Journal of Comparative Economics*, v. 32, n. 4, p. 775–787, 2004.
- BREUSCH, Trevor S; PAGAN, Adrian R. The Lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *Review of Economic Studies*, v. 47, n. 1, p. 239–253, 1980.
- CAREY, Henry Charles. *Principles of social science*. Philadelphia, PA: Lippincott, 1867. v. 3.
- CATEIA, Júlio Vicente; VELOSO, Gilberto de Oliveira; FEISTEL, Paulo Ricardo. Determinantes das Exportações de Castanha de Caju da Guiné-Bissau (1986-2011): uma análise sob a ótica do modelo de gravidade de Bergstrand. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 56, n. 4, p. 583–604, 2018.
- CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA — CEPEA. *Lima ácida Tahiti: mercado e perspectivas para 2019*. 2020. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/upload/kceditor/files/Dia%20do%20Lima%CC%83o%20PDF.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2020.
- CHENG, I-Hui; WALL, Howard J. Controlling for heterogeneity in gravity models of trade and integration. *Federal Reserve Bank of St. Louis*, v. 87, n. 1, 2005.
- CHOW, Gregory C. Tests of equality between sets of coefficients in two linear regressions. *Econometrica*, v. 28, n. 3, p. 591, 1960.
- COASE, Ronald H. The problem of social costs. *Journal of Law and Economics*, v. 3, p. 1–44, 1960.
- COELHO, José Dias. Formulação em Programação Matemática do Modelo Gravitacional e sua Interpretação Económica. *Working Paper*, n. 2, p. 1–45, 1983.
- COSTA, José Eduardo Brandão. *Exportação Brasileira de Frutas Frescas: Desafios e Soluções*. 2016. Disponível em: https://www.cnabrasil.org.br/assets/arquivos/artigostecnicos/artigo-27_0.80186300%201514912075.pdf. Acesso em: 30 mar. 2020.
- DEARDORFF, Alan V. Determinants of Bilateral Trade: Does Gravity Work in a Neoclassical World? *In: THE Regionalization of the World Economy*. Cam-

- bridge, MA: National Bureau of Economic Research, 1998. p. 7–32. (NBER Chapters).
- DELUNA JR, Roberto; JEON, Narae. *Determinants of international tourism demand for the Philippines: an augmented gravity model approach*. 2014. Disponível em: <https://mpr.ub.uni-muenchen.de/55294/>. Acesso em: 3 maio 2020.
- EICHENGREEN, Barry; IRWIN, Douglas A. The Role of History in Bilateral Trade Flows. In: *The Regionalization of the World Economy*. Organização: Jeffrey Alexander Frankel. [S. l.]: University of Chicago Press, 1998. p. 33–62.
- EVANGELISTA, Francisco Raimundo *et al.* Desempenho Dos Fruticultores Da Área De Atuação Do Banco Do Nordeste Do Brasil-BNB. In: ANAIS DO XLIV CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL (SOBER), “QUESTÕES AGRÁRIAS, EDUCAÇÃO NO CAMPO E DESENVOLVIMENTO”, 23–27 jul. 2006.
- FEENSTRA, Robert C. *Advanced International Trade: Theory and Evidence*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2004.
- FEENSTRA, Robert C; MARKUSEN, James R; ROSE, Andrew K. Using the gravity equation to differentiate among alternative theories of trade. *Canadian Journal of Economics*, v. 34, n. 2, p. 430–447, 2001.
- FONSECA, Henrique Veras Paiva; XAVIER, Leonardo Ferraz; COSTA, Ecio de Farias. Análise das exportações de uvas frescas brasileiras: uma estimação gravitacional a partir do modelo de regressões aparentemente não relacionadas. *Revista de Economia Agrícola*, v. 57, n. 2, p. 81–98, 2010.
- FRANKEL, Jeffrey; STEIN, Ernesto; WEI, Shang-Jin. Trading blocs and the Americas: The natural, the unnatural, and the super-natural. *Journal of Development Economics*, v. 47, n. 1, p. 61–95, 1995.
- GERACI, Vincent J; PREWO, Wilfried. Bilateral trade flows and transport costs. *The Review of Economics and Statistics*, v. 59, n. 1, p. 67–74, 1977.
- GONÇALVES, Marilson Alves; VIANNA, Nadia Wacila Hanania; BACHA, Maria Lourdes. Frutas frescas brasileiras: internacionalização e transporte. In: IV SEGET – SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 2007, Resende-RJ. *Anais eletrônicos*. [S. l.]: Universidade Ibirapuera – Unib. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/artigos2007.php?pag=32>. Acesso em: 9 jun. 2021.
- GRÄF, Cláudio Olímpio; AZEVEDO, André Filipe Zago. Comércio bilateral entre os países membros do MERCOSUL: uma visão do bloco através do modelo gravitacional. *Economia Aplicada*, v. 17, n. 1, p. 135–158, 2013.
- GREENAWAY, David. Multilateralism, Minilateralism and trade expansion. *Asian Exports*, n. 223, p. 115–159, 2000.
- GREENE, William H. *Econometric analysis*. 6. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2008.

- GREENWOOD, Michael J. Modeling Migration. In: [s. l.: s. n.], 2005. v. 2. p. 725–734.
- HAUSMAN, Jerry A. Specification tests in econometrics. *Econometrica*, v. 46, n. 6, p. 1251–1271, 1978.
- HELPMAN, Elhanan. Imperfect competition and international trade: Evidence from fourteen industrial countries. *Journal of the Japanese and International Economies*, v. 1, n. 1, p. 62–81, 1987.
- HERITAGE FOUNDATION. *Index of economic freedom*. 2015. Disponível em: <http://www.heritage.org/Index/>. Acesso em: 9 jun. 2021.
- HIRANTHA, Seekkuwa Wasam. From SAPTA to SAFTA: Gravity analysis of South Asian free trade. *European Trade Study Group (ETSG)*, 2004.
- HUMMELS, David. Toward a geography of trade costs. *Global Trade Analysis Project*, n. 17, 1999.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA — IBGE. *Produção Agrícola Municipal, Banco de dados agregados: Sistema IBGE de recuperação automática: SIDRA*. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 17 mar. 2020.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA — IBGE. *Produção Agrícola Municipal, Banco de dados agregados: Sistema IBGE de recuperação automática: SIDRA*. 2019. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 17 mar. 2020.
- IRANDU, Evaristus M. Factors influencing growth of horticultural exports in Kenya: A gravity model analysis. *GeoJournal*, v. 84, n. 4, p. 877–887, 2019.
- ISARD, Walter. *Methods of regional analyses: an introduction to regional science*. London, England: MIT Press, 1960.
- KAREMERA, David; OGULEDO, Victor Iwuagwu; DAVIS, Bobby. A gravity model analysis of international migration to North America. *Applied Economics*, v. 32, n. 13, p. 1745–1755, 2010.
- KRUGMAN, P. R.; OBSTEFELD, M. *Economia Internacional: teoria e política*. 8. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2010.
- KRUGMAN, P. R.; OBSTEFELD, M. *Economia Internacional: teoria e política*. 9. ed. São Paulo: Makron Books, 2012.
- LEVIN, Andrew; LIN, Chien-Fu; CHU, Chia-Shang James. Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties. *Journal of Econometrics*, v. 108, n. 1, p. 1–24, 2002.
- LINNEMANN, Hans. *An econometric study of international trade flows*. Amsterdam: North-Holland, 1966.

- MADDALA, G. S. *Introduction to Econometrics*. 3. ed. New York: Wiley, 2001.
- MCCALLUM, John. National borders matter: Canada-US regional trade patterns. *American Economic Review*, v. 85, n. 3, p. 615–623, 1995.
- MELLO, L. M. R. *Atuação do Brasil no Mercado Vitivinícola Mundial*. [S. l.: s. n.], 2018. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=21292&secao=Artigos%5C%20Especiais>. Acesso em: 19 maio 2020.
- MINISTÉRIO DA ECONOMIA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS — MDIC. *comexstat*. 2020. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>. Acesso em: 17 mar. 2020.
- MORLEY, Clive; ROSSELLÓ, Jaume; SANTANA-GALLEGO, Maria. Gravity models for tourism demand: theory and use. *Annals of Tourism Research*, v. 48, p. 1–10, 2014.
- NORTH, D. C. *The new institute on al economics and the third world development*, in HARRIS, John, et al. (orgs) *The new institution al economics and the third world development*. London: Routledge, 1995.
- NUNES, Erivelton de Souza. *Ensaio sobre as exportações brasileiras de mamão*. 76 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.
- OBSERVATORY OF ECONOMIC COMPLEXITY — OEC. 2020. Disponível em: <https://oec.world/pt/profile/country/bra/#Exporta%5C%C3%5CA7%5C%C3%5CA3o>. Acesso em: 30 maio 2020.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA — FAO. *Data*. 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/es/#data>. Acesso em: 30 maio 2020.
- POLDER, J. M.; MEIJEREN, J. V. Modeling and forecasting international trade flows. *NEA Transport Research and Training*, p. 185–198, 2000.
- PÖYHÖNEN, Pentti. A tentative model for the volume of trade between countries. *Weltwirtschaftliches Archiv*, v. 90, p. 93–100, 1963.
- SECRETARIA DE COMÉRCIO EXTERIOR DO MINISTÉRIO DA ECONOMIA — SECEX. *Siscomex*. 2020. Disponível em: <http://siscomex.gov.br/legislacao/secex/>. Acesso em: 1 jun. 2020.
- SILVA, Tiago José Jesus; FERREIRA, M. O.; LIMA, João Ricardo Ferreira. Desempenho exportador da manga e uva brasileira no comércio internacional: uma aplicação com modelo gravitacional. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 53., 2015, João Pessoa. *Agropecuária, meio ambiente e desenvolvimento: anais*. João Pessoa: Sober, 2015.

- SOUZA, Maurício Jorge Pinto; BURNQUIST, Heloísa Lee. Facilitação de comércio e impactos sobre o comércio bilateral. *Estudos Econômicos*, v. 41, n. 1, p. 91–118, 2011.
- TINBERGEN, J. *Shaping the world economy*. New York: XXth Century fund, 1962.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE — USDA. 2020. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/topCountriesByCommodity#chart28>. Acesso em: 31 maio 2020.
- VIDAL, Maria de Fátima; XIMENES, Luciano Feijão. Comércio exterior do agro-negócio do Nordeste: frutas, nozes e castanhas. *Caderno setorial ETENE (Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste)*, Banco do Nordeste do Brasil, n. 73, 2019.
- WANG, Zhen Kun; WINTERS, L Alan. The trading potential of Eastern Europe. *Journal of Economic Integration*, v. 7, n. 2, p. 113–136, 1992.
- WOOLDRIDGE, Jeffrey M. *Introdução à econometria: uma abordagem moderna*. São Paulo: Cengage Learning, 2016.
- XU, Wei. Analysis of Factors Affecting Kiwifruit Export. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON BIOFILMS, 2., 2019. *E3S Web of Conferences*. [S. l.]: EDP Sciences, 2010.

PRODUÇÃO E USO SETORIAL DE TECNOLOGIA NO BRASIL

PAULO CÉSAR MORCEIRO*
MILENE SIMONE TESSARIN†
JOAQUIM JOSÉ MARTINS GUILHOTO‡

Resumo

Este estudo apresenta uma visão abrangente e inédita da produção e uso de tecnologia para todos os 68 setores de atividade da economia brasileira. Para isso, foram utilizados dados de pesquisa e desenvolvimento (P&D) publicados pela primeira vez nas novas contas nacionais, além da P&D dos institutos públicos de pesquisa obtida via Lei de Acesso à Informação. Para captar a P&D indireta incorporada nos insumos intermediários e bens de investimento (nacionais e importados) foram utilizadas matrizes de insumo-produto e de investimento. Resultados mostram heterogeneidade setorial na produção e no uso da P&D. Conclui-se que o Estado tem um papel significativo nos investimentos tecnológicos e que a mudança estrutural para os serviços é preocupante em termos da geração de tecnologia porque os serviços produzem pouca tecnologia no país.

Palavras-chave: Pesquisa & Desenvolvimento; P&D incorporada; institutos públicos de pesquisa; insumos intermediários; análise de insumo-produto.

Abstract

This study presents a comprehensive and unprecedented view of the production and use of technology for all 68 sectors in the Brazilian economy. For this, research and development (R&D) data published for the first time in the new national accounts were used, in addition to the R&D of public research institutes obtained through the Access to Information Law. To capture the indirect R&D incorporated in the intermediate inputs and investment goods (domestic and imported), input-output and investment matrices were used. Results show sectoral heterogeneity in the production and use of R&D. It is concluded that the State has a significant direct and indirect role in technological investments and that the structural change for services is worrying in terms of the generation of technology because the services sectors produce little technology in the country.

Keywords: Research and Development (R&D); product-embodied R&D; public research institutes; intermediate inputs; input-output analysis.

JEL classification: O32, L00, C67

DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/1980-5330/ea172515>

* Utrecht University. E-mail: paulo.morceiro@alumni.usp.br

† Utrecht University. E-mail: m.s.tessarini@uu.nl

‡ Universidade de São Paulo. E-mail: guilhoto@usp.br

1 Introdução

O progresso tecnológico tem sido responsável por grandes transformações que afetam o modo como as pessoas vivem e se relacionam. Ele ocorre principalmente pela introdução de inovações de processo e de produto, que não só modificam as estruturas produtivas e a eficiência dos insumos, como também aumentam as opções da cesta de consumo. Os investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) têm sido o combustível do progresso tecnológico, especialmente nos países desenvolvidos, que é irradiado pelo comércio para as nações menos inovativas na forma de produtos inovadores, materiais mais eficientes e bens de capital mais produtivos.

Apesar dos avanços substantivos produzidos pela Pesquisa de Inovação Tecnológica (Pintec) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) ao diminuir o *gap* de dados quanto à P&D privada para diversos setores de atividade, o Brasil carece de estudos sobre P&D que avaliem todos os setores de sua estrutura produtiva (agricultura, indústria e serviços). Em geral, as pesquisas brasileiras concentram-se na manufatura (FURTADO; CARVALHO, 2005; DE NEGRI; SALERNO, 2005; ZUCOLOTO; TONETO JÚNIOR, 2005). Além disso, o sistema nacional de inovação dos países em desenvolvimento (PEDs) depende muito da P&D pública (OECD, 2005) – inclusive no Brasil (NOGUEIRA; ARRAES, 2015) – a qual não é captada pela Pintec.

Esta pesquisa também não teve conhecimento de algum estudo setorial bem desagregado que mensure a P&D indireta incorporada nos fluxos de insumos intermediários e nos bens de investimento nacionais e importados. A P&D indireta, nacional e estrangeira, é uma forma relevante de difusão tecnológica, especialmente para os setores tradicionais da indústria e dos serviços (CASTELLACCI, 2008; HAUKNES; KNELL, 2009; OECD, 2005; PAPAConstantinou; SAKURAI; WYCKOFF, 1998). Esses setores aumentam a sua produtividade ao adquirirem inovações incorporadas em insumos intermediários e bens de capital.

O presente artigo objetiva mostrar um retrato da P&D, pública e privada, direta e indireta, para 68 setores do Sistema de Contas Nacionais (SCN) do Brasil. Trata-se de uma abordagem inédita ao indicar a P&D realizada por todos os setores da economia brasileira e com elevado grau de detalhamento setorial (mais amplo que o da Pintec), inclusive ao trazer informações setoriais da P&D pública, que é muito relevante tanto para os setores tradicionais quanto para os modernos.

Esta pesquisa lidou com um grande volume de dados de várias fontes de informação, em especial das novas contas nacionais do Brasil¹, além de realizar alguns tratamentos para cumprir o objetivo proposto. Particularmente, destacam-se as informações dos diversos institutos públicos de pesquisa recebidas no âmbito da Lei de Acesso à Informação. A proposta foi levantar os dispêndios em P&D feitos pelos órgãos públicos de pesquisa, identificar a finalidade setorial e alocá-los nos respectivos setores de atividade produtiva. Desse modo, foram identificados volumes expressivos de P&D pública destinados aos setores agropecuário, mineração, outros equipamentos de transportes, saúde pública, entre outros. Com isso um vetor de P&D setorial foi

¹Os autores agradecem os comentários recebidos dos pareceristas anônimos e da editora da Revista Economia Aplicada que contribuíram para melhorias no artigo, tornando-o mais claro e consistente. Também agradecem o suporte técnico dos pesquisadores da divisão das Contas Nacionais e da PINTEC, ambos do IBGE.

criado e por meio de técnicas de insumo-produto foi possível captar a P&D indireta incorporada nos insumos intermediários e bens de investimentos nacionais e importados. Para esse último ponto foram empregadas informações da matriz de insumo-produto (MIP) e da matriz de absorção de investimentos (MAI) setor por setor.

Verificou-se que o Estado tem um grande papel no desenvolvimento tecnológico brasileiro tanto diretamente, ao fazer P&D, quanto indiretamente, por meio de regulamentações setoriais e financiamentos de estímulo à P&D. Além disso, foi constatada uma elevada diversidade setorial tanto na *produção* quanto no *uso* da P&D e que os insumos intermediários constituem uma forma relevante de aquisição de conhecimento tecnológico, especialmente porque o Brasil depende de modo substantivo de materiais e componentes tecnológicos importados (MORCEIRO; GUILHOTO, 2020).

Além desta introdução, a seção 2 faz uma revisão bibliográfica sobre P&D direta e indireta. A seção 3 apresenta as bases de dados utilizadas, o tratamento das informações e a metodologia de insumo-produto empregada. A seção 4 exhibe o montante de P&D realizada por todos os setores produtivos, bem como o esforço tecnológico (P&D/produção) setorial. A seção 5 mostra a P&D indireta incorporada nos bens de investimento e nos insumos intermediários adquiridos por setor produtivo. A seção 6 exhibe as conclusões.

2 O papel da P&D direta e indireta no progresso tecnológico

O progresso tecnológico realiza-se por meio de inovações. Schumpeter (1934, 1942) colocou as inovações no centro do desenvolvimento em um processo denominado “destruição criadora” em que tecnologias novas substituem as antigas e geram grandes transformações na sociedade ao longo do tempo. O autor mencionou cinco tipos de inovações: i) introdução de novos produtos (inteiramente novo ou substancialmente aprimorado); ii) introdução de novos métodos de produção; iii) abertura de novos mercados; iv) desenvolvimento de novas fontes de oferta de insumos intermediários; e v) criação de novas estruturas de mercado em uma indústria (SCHUMPETER, 1934).

As inovações ao serem introduzidas no mercado mantêm ou melhoram a competitividade das firmas via aumento de demanda ou redução de custos (OECD, 2005). Um produto novo pode expandir a participação de mercado da firma inovadora e aumentar a sua margem de lucro, enquanto uma inovação de processo eleva a produtividade e/ou garante uma vantagem de custos sobre seus competidores. Para a sociedade, as inovações geram diversos benefícios como economia de tempo para realizar uma tarefa, a cura de doenças e a mitigação das mudanças climáticas. Pode-se dizer que “[...] os resultados de pesquisas e as novas tecnologias têm frequentemente aspectos de um *bem público* pois os gastos para torná-las disponíveis a vários usuários são baixos se comparados a seus custos de desenvolvimento.” (OECD, 2005, p. 30, tradução nossa).

A inovação pode resultar das atividades de P&D realizadas internamente pelas empresas e institutos de pesquisa e, também, da adoção de conhecimentos tecnológicos desenvolvidos por outras instituições. A P&D objetiva expandir o estoque de conhecimentos científicos e tecnológicos e aplicá-los em mercadorias comercializáveis. Seus laboratórios funcionam como “fábricas de tecnologias” que buscam gerar inovações internamente de modo sistemático

e contínuo e absorver tecnologia criada por outras instituições para aumentar o potencial inovativo (COHEN; LEVINTHAL, 1989). Adicionalmente, há dois modos de se adquirir conhecimento tecnológico externamente. Primeiro, pela *difusão desincorporada* relacionada à transmissão de ideias, *know-how* técnico, manuais, patentes, licenças e marcas registradas. Segundo, pela *difusão incorporada nos produtos* em que a inovação inicial está embutida neles (bens ou serviços)². “Uma vez que outras indústrias usam este produto como um insumo intermediário ou um bem de capital, a inovação torna-se incorporada em muitos outros produtos, incluindo aqueles usados para fins de demanda final (por exemplo, consumo, investimento e exportações)” (DIETZENBACHER; LOS, 2002, p. 408). Dessa maneira, além da P&D, a inovação pode resultar de novas combinações e da aplicação de tecnologias incorporadas nos insumos intermediários e, também, da adoção de novas tecnologias materializadas nos bens de capital (máquinas e equipamentos) (OECD, 2005, p. 34-36).

Na busca pela inovação, algumas atividades inovativas são relativamente mais importantes para algumas indústrias que para outras. A P&D é vital para os setores manufatureiros de alta e média-alta tecnologia e para os serviços intensivos em conhecimento como *softwares* e outros serviços de informação (GALINDO-RUEDA; VERGER, 2016; OECD, 2005). No entanto, para diversos setores de baixa e média-baixa tecnologia e para os serviços tradicionais a atividade de P&D interna é menos relevante que a adoção de tecnologias desenvolvidas externamente, principalmente na forma de bens de capital e insumos intermediários (CASTELLACCI, 2008; HAUKNES; KNELL, 2009; PAVITT, 1984). Geralmente, as atividades inovativas nos setores tradicionais envolvem a incorporação de bens de capital e componentes de alta tecnologia, como tecnologias de informação e biotecnologia, aplicados à indústria de alimentos processados (OECD, 2005, p. 37). Vale mencionar que aquisição de novas tecnologias incorporadas nas máquinas e nos equipamentos é o tipo de atividade inovativa mais relevante para os países em desenvolvimento (OECD, 2005, p. 138), inclusive para o Brasil (TESSARIN, 2018).

Muitos estudos têm mostrado que há elevada *heterogeneidade setorial* tanto na *produção* de tecnologia Galindo-Rueda e Verger (2016) e Hatzichronoglou (1997), quanto no *uso* de tecnologias incorporadas nos produtos (CASTELLACCI, 2008; PAPACONSTANTINOU; SAKURAI; WYCKOFF, 1998; PAVITT, 1984). Alguns estudos, comentados na sequência e que servem de base para este trabalho, utilizaram matrizes de insumo-produto e de fluxos de investimento para rastrear a *tecnologia incorporada no produto* ao “[...] assumir que o progresso tecnológico é proporcional aos investimentos em P&D e que a P&D incorporada em um produto é a mesma para cada um dos seus compradores.” (DIETZENBACHER; LOS, 2002, p. 408).

Papaconstantinou, Sakurai e Wyckoff (1998) utilizaram dados de 1990 para dez países da OCDE e mostraram que as inovações são desenvolvidas principalmente por poucos setores manufatureiros intensivos em P&D e os principais usuários de tecnologias são os setores de serviços, especialmente ao adquirir bens de capital sofisticados tecnologicamente. Além disso, os autores verificaram que os setores manufatureiros, sobretudo de alta e média-alta tecnologia, dependem relativamente menos da tecnologia embarcada nas máquinas e equipamentos, pois os insumos intermediários são a principal forma

²Sobre conhecimento incorporado e desincorporado, ver Sabato (1979) e Papaconstantinou, Sakurai e Wyckoff (1998).

de aquisição de tecnologia externa. Países grandes economicamente, como Estados Unidos, Japão e Alemanha, buscam menos tecnologia no exterior que países pequenos, os quais dependem da importação para mais de 50% da tecnologia adquirida (PAPACONSTANTINOU; SAKURAI; WYCKOFF, 1998).

Hauknes e Knell (2009) utilizaram dados de 2000 para cinco países desenvolvidos (Estados Unidos, Alemanha, França, Suécia e Noruega) e mensuraram que a P&D incorporada nos produtos representou quase metade da P&D total utilizada pela economia; além disso, eles encontraram uma variação substancial entre os setores produtivos. Os autores adotaram uma agregação de oito grandes grupos de setores baseada na taxonomia de (PAVITT, 1984), modificada para incluir os setores de serviços. Hauknes e Knell (2009) verificaram que nos grupos dos setores tradicionais (como agropecuária e manufatura de baixa e média-baixa tecnologia) e dos serviços (exceto serviços intensivos em conhecimento) mais da metade da P&D total vem de fora – assim como nos setores dominados pelos fornecedores de (PAVITT, 1984) –, enquanto aqueles baseados em ciência (como a manufatura de alta tecnologia) e serviços intensivos em conhecimento (como *softwares*) mais da metade da P&D total é realizada internamente. Assim, os dois primeiros grupos são usuários e os dois últimos produtores de tecnologia, seguindo o padrão de produção e uso de inovações descrito por (PAVITT, 1984).

Gonçalves e Ferreira Neto (2016) adotaram a metodologia e estrutura de análise de (HAUKNES; KNELL, 2009) com dados para o ano de 2000 para China e Rússia e, de 2005, para Brasil e África do Sul, sendo este estudo o único que analisa países em desenvolvimento. Para os autores a P&D indireta de origem estrangeira é maior que a de origem nacional nos quatro países, sobretudo devido às importações de insumos intermediários. Isso evidencia a dependência tecnológica do exterior pelos países em desenvolvimento.

Diferentemente dos estudos anteriores, a presente pesquisa adota dados mais desagregados setorialmente e atualizados para o Brasil, além de incluir informações do setor público que nos PEDs representam cerca de metade dos investimentos em P&D. Ademais, conforme descrito na seção metodológica, utiliza-se uma matriz de investimento setor por setor ao invés de empregar uma *proxy* como nos estudos precedentes.

Antes de prosseguir cabe fazer uma ressalva. Este artigo prioriza a P&D como meio de desenvolvimento tecnológico. Embora seja razoável fazê-lo, isso não implica que se deva ignorar a existência de outras formas de aquisição de capacidades inovativas cobertas pela literatura neoschumpeteriana, como as variadas formas de aprendizado e de atividades inovativas, as quais não envolvem a busca formal por novos conhecimentos típica da P&D. As demais formas de aquisição de capacidades inovativas não serão tratadas neste artigo³, pois o foco do estudo é a P&D incorporada e desincorporada.

3 Dados e metodologia

3.1 Fonte das informações

Este trabalho baseia-se em várias fontes de informações nacionais e internacionais. A maioria dos dados são para o ano de 2013 e seguiu-se a desagregação

³Para mais detalhes sobre os diferentes tipos de atividades inovativas conduzidas por empresas brasileiras, ver (TESSARIN; SUZIGAN; GUILHOTO, 2020).

em 68 setores de atividade do novo Sistema de Contas Nacionais – Referência 2010 (SCN Ref. 2010) do IBGE. As informações setoriais de P&D, valor da produção, valor adicionado bruto (PIB a preços básicos) e empregos foram obtidas a partir das Contas Nacionais (IBGE, 2015b).

Adotaram-se as matrizes de insumo-produto (MIP) estimadas pelo método desenvolvido por [Guilhoto e Sesso Filho \(2010\)](#) para calcular a P&D indireta da cadeia produtiva setorial. Essas MIP's estão disponíveis no site do Núcleo de Economia Regional e Urbana (Nereus) da Universidade de São Paulo.

Para calcular a P&D indireta incorporada nos bens de investimento adquiridos pelos setores produtivos utilizaram-se as matrizes de investimento estimadas por ([MIGUEZ, 2016](#))⁴. Esse autor estimou matrizes de absorção de investimento (MAI), dos bens e serviços de investimento nacionais e importados, na agregação de 49 setores desde 2000 até 2013. Esta pesquisa adotou a média das MAI de 2010 a 2013 (a preços de 2013) ao invés da MAI de 2013 devido aos diferentes ciclos de negócios dos setores produtivos e período de maturação dos investimentos. Como a MAI é mais agregada que os 68 setores deste estudo, foi necessário desagregar alguns setores, principalmente de serviços, conforme procedimentos metodológicos desenvolvidos para esta finalidade⁵.

3.2 Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) no Sistema de Contas Nacionais Ref. 2010

A quarta e última edição do manual internacional das contas nacionais passou a considerar como investimento os dispêndios setoriais em P&D ([SNA, 2009](#)). Além da maior difusão das estatísticas de P&D, com a adoção do novo marco estrutural das contas nacionais, será possível obter dados setoriais anualmente ao invés de a cada três anos, como é feito pela publicação da Pintec. Com isso, desde 2015, o IBGE passou a divulgar informações de investimentos em P&D para os 68 setores de atividades do novo SCN Ref. 2010, com dados anuais desde 2010.

A definição de P&D nas novas contas nacionais é praticamente igual à do manual de Frascati e há bastante sobreposição na forma de mensuração. Dessa maneira, os valores de P&D nas duas fontes são semelhantes ([KER; GALINDO-RUEDA, 2017](#)). No entanto, o SCN Ref. 2010 não inclui nos investimentos em P&D despesas como transferências, subsídios e despesas de capital fixo. As duas primeiras, apesar de adotadas pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), podem resultar em dupla contagem e a última pode gerar valores diferentes quando comparada à Pintec do IBGE.

No SCN Ref. 2010, a mensuração do valor investido em P&D é obtida pela *abordagem da soma dos custos totais* envolvidos nessa atividade quando ela não é objeto de transação no mercado – haja vista que a maior parte da P&D não é comercial e sim de uso interno –, a partir da soma das remunerações, do consumo intermediário e do consumo de capital fixo ([IBGE, 2015a](#)). A soma desses três componentes resulta na produção do “produto P&D” por todos os 68 setores de atividade.

⁴Vale ressaltar que o Brasil não possui matrizes oficiais de investimento setor por setor.

⁵Este artigo faz parte de um estudo mais amplo no qual apresentamos as técnicas utilizadas para a referida desagregação, além de outros procedimentos metodológicos mais detalhados ([MORCEIRO, 2018](#)).

Vale ressaltar que o SCN Ref. 2010 divulga informações de P&D para um conjunto maior de setores que a Pintec, inclusive para o setor público⁶, que investiu cerca de metade da P&D total do Brasil no período recente. Outra vantagem dos dados de P&D do SCN Ref. 2010 para este estudo é que eles já estão padronizados na mesma classificação setorial da MIP e são mensurados a preços básicos.

3.3 Tratamento dos dados da P&D dos institutos públicos de pesquisa e da Petrobras

Um diferencial do presente estudo é o tratamento e inclusão das informações de P&D realizada pelos institutos públicos de pesquisa (IPP) com finalidade setorial bem definida. A P&D dessas instituições está alocada no setor “administração pública, defesa e seguridade social” (doravante, administração pública) nas contas nacionais, o qual foi responsável por 19,1% dos investimentos do Brasil em P&D, em 2013. Após dezenas de pedidos pela Lei de Acesso à Informação foi possível identificar o valor investido pelos principais institutos públicos de pesquisa. Assim que se determinou a finalidade setorial da P&D por eles realizada, a mesma foi retirada do setor ao qual pertencia (administração pública) e alocada no de “finalidade da pesquisa”. E quando não foi possível identificar a finalidade da P&D porque a instituição faz pesquisa para múltiplos setores ou possui uma finalidade transversal – como o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) – ela foi mantida no setor da administração pública. Este estudo identificou a finalidade setorial de 60% da P&D da administração pública, sendo os principais: i) agropecuária (por ex., Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa e o Instituto Agrônomo de Campinas – IAC); ii) setor de mineração (por ex., Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM e Centro de Tecnologia Mineral); iii) setor de informática e eletrônicos (por ex., Centro de Excelência em Tecnologia Eletrônica Avançada e o Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer); iv) setor de outros equipamentos de transportes (por ex., o Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial e a Agência Espacial Brasileira); v) setor de saúde pública (por ex., Fiocruz e Instituto Butantan); vi) setor de alimentos (por ex., Instituto de Tecnologia de Alimentos); entre outros. O [Apêndice A](#) exibe o valor da P&D realizada por cada IPP e os setores produtivos da finalidade da P&D.

Alguns institutos de pesquisa tiveram seus recursos alocados no setor “serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P&D” no SCN Ref. 2010 porque possuem laboratórios de P&D com CNPJ próprio. Um exemplo é o Centro de Pesquisas Leopoldo Américo Miguez de Mello (Cenpes), laboratório de P&D da Petrobras, empresa que mais investe em P&D no Brasil. A sua pesquisa concentra-se na área de exploração e produção de petróleo, mas também há pesquisas nas áreas de refino de petróleo, bicompostíveis e no setor de energia. Da mesma forma, a P&D realizada pela Petrobras também foi redistribuída para o setor de finalidade da pesquisa, conforme o [Apêndice A](#). Esse procedimento evitou considerar imprecisamente toda a P&D da Petrobras no setor de refino de petróleo como é feito na Pintec/BGE.

⁶Os setores públicos são: administração pública, defesa e seguridade social; educação pública; e saúde pública.

3.4 Metodologia

P&D a partir das novas contas nacionais referência 2010

A P&D direta para cada um dos 68 setores de atividade foi calculada como segue:

$$P\&D_{direta_j} = P\&D_{interna_j} + P\&D_{externa_j} \quad (1)$$

Onde a $P\&D_{interna_j}$ é a produção do produto P&D em R\$ a preços básicos do setor j , variável que consta na Matriz de Produção do SCN Ref. 2010. A $P\&D_{externa_j}$ corresponde ao consumo intermediário do produto P&D em Reais a preços básicos do setor j , variável que consta na Matriz de Usos⁷.

Para cada um dos 68 setores de atividade, a P&D direta é a soma da produção de P&D própria (P&D interna) e o consumo intermediário de P&D (P&D externa), exceto para o setor “7180 - Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P&D”. Para evitar dupla contagem, toda a P&D externa foi subtraída do setor “7180 - Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P&D”, que é o setor responsável por comercializar a P&D para os demais setores da economia.

Considere r_j e r_i a intensidade em P&D direta do setor doméstico j e i , respectivamente:

$$r_j = \frac{P\&D_j}{X_j} \quad \text{e} \quad r_i = \frac{P\&D_i}{X_i} \quad (2)$$

Em que X_j e X_i são o valor da produção do setor j e do setor i a preços básicos.

P&D incorporada nos insumos intermediários e nos bens e serviços de investimento nacionais e estrangeiros

Considere como P&D *indireta* toda a P&D incorporada nos insumos intermediários (cadeia produtiva) e nos bens de investimento comprados pelo setor j a partir do setor i . Neste estudo, vamos adotar praticamente os mesmos procedimentos metodológicos de (HAUKNES; KNELL, 2009, p. 460), que serão descritos na sequência⁸. Os autores da nota anterior adotaram a suposição da *proporcionalidade* em que toda venda do setor i para o setor j incorpora P&D proporcional ao montante de bens e serviços comprados do setor i . Assim, nós assumimos que se o setor i investiu R\$ 50 em P&D e vendeu R\$ 1000 de produção total, sendo R\$ 700 para o setor j e R\$ 300 para o setor k , pela suposição da proporcionalidade, o setor j adquiriu indiretamente R\$ 35 de P&D do setor i e o setor k adquiriu R\$ 15⁹. Então, cada R\$ 1,00 de produção do setor i possui R\$ 0,05 de P&D incorporada.

O modelo de Leontief separa a tecnologia de produção (matriz de coeficientes técnicos) da demanda final. No modelo, N setores são representados por um vetor de produção x e o vetor da demanda final y :

$$x = Ax + y \quad (3)$$

⁷A P&D externa foi ajustada de preços do consumidor para preços básicos.

⁸(TERLECKYJ, 1974) é referência seminal da metodologia adotada neste estudo. Essa metodologia foi utilizada por Scherer (1982) e Papaconstantinou, Sakurai e Wyckoff (1998), entre outros. Utilizaremos a versão adotada (HAUKNES; KNELL, 2009) por incorporar os avanços metodológicos precedentes.

⁹Respectivamente, (R\$ 700/R\$ 1000 x R\$ 50) para o setor i e (R\$ 300/R\$ 1000 x R\$ 50) para o setor k .

Em que A representa a matriz de coeficientes técnicos dos insumos domésticos interindustriais e Ax corresponde aos insumos intermediários domésticos necessários para a produção. Dado que a inversa da matriz $(1 - A)$ exista, podemos obter:

$$x = (1 - A)^{-1}y = By \quad (4)$$

Onde B é a matriz inversa de Leontief de A . Os elementos b_{ij} da matriz B são os insumos domésticos diretos e indiretos requeridos pelo aumento na produção do setor i necessário para produzir uma unidade adicional de bens do setor j destinada a demanda final ($i, j = 1, \dots, N$, com N setores).

A intensidade em P&D total do setor j , s_j^x , inclui os investimentos em P&D do próprio setor, a P&D incorporada nos insumos intermediários domésticos e estrangeiros e a P&D incorporada nos bens e serviços de investimento comprados pelo setor j no mercado doméstico e no exterior.

Dada a intensidade em P&D direta do setor i , r_i , a matriz T corresponde à P&D doméstica direta e indireta da cadeia produtiva por unidade da demanda final do setor j , que é obtida ao multiplicar a intensidade em P&D pelos elementos b_{ij} :

$$T = \widehat{r}B \quad (5)$$

Onde o $(\widehat{})$ denota a matriz diagonalizada dos elementos do vetor correspondente r . A matriz T contém dupla-contagem quando o foco é a intensidade em P&D direta e indireta da cadeia produtiva em relação à produção (que é o nosso caso) ao invés da demanda final. (PAPACONSTANTINO; SAKURAI; WYCKOFF, 1998) contornaram essa dupla contagem ao tratar o setor j como um setor exógeno na MIP modificada T_x :

$$T_x = \widehat{r}B^* \quad (6)$$

que mensura a P&D direta e indireta da cadeia produtiva doméstica relativa à produção total desse setor.

A expressão (5) mensura a intensidade tecnológica por unidade da demanda final do setor j e (6) mensura a intensidade tecnológica por unidade da produção. Assim, ao retirar os elementos da diagonal em (6), que representa a P&D do próprio setor, temos a intensidade em P&D incorporada nos insumos intermediários domésticos adquiridos pelo setor j (t_j^d):

$$t_j^d = \sum_{i=1, i \neq j}^N \left(r_i^d \frac{b_{ij}}{b_{jj}} \right) \quad (7)$$

A intensidade em P&D direta e indireta da cadeia produtiva doméstica s_j^d – isto é, a P&D direta r_j^d e a P&D incorporada nos insumos intermediários adquiridos no mercado doméstico t_j^d – do setor j é calculada por:

$$s_j^d = r_j^d + t_j^d = \sum_{i=1}^N \left(r_i^d \frac{b_{ij}}{b_{jj}} \right) \quad (8)$$

Considere t_j^m a P&D indireta da cadeia produtiva dos insumos importados pelo setor j :

$$t_j^m = \sum_{i=1}^N (r_i^f m_{ij}) \quad (9)$$

Em que m_{ij} são os elementos da matriz \mathbf{M} de coeficientes técnicos dos insumos importados de todos os setores estrangeiros i pelo setor nacional j , em termos de unidade de produção do setor doméstico j . Considere r_i^f a fronteira tecnológica do setor i definida como a intensidade em P&D da OCDE direta e indireta (indireta apenas da cadeia produtiva). Foi usada a intensidade em P&D setorial da OCDE calculada por Galindo-Rueda e Verger (2016), e adotou-se a matriz de insumo-produto dos Estados Unidos para captar a P&D indireta.

Quanto aos bens de investimento, considere \mathbf{C} a matriz de investimento por unidade de produção do setor j – isto é, a MAI por unidade de produção do setor j , que é o setor que realizou os investimentos –, em que os elementos c_{ij}^d da matriz \mathbf{C} são os bens e serviços produzidos domesticamente pelo setor i adquiridos pelo setor j para fins de investimento dividido pela produção do setor j e os elementos c_{ij}^m da matriz \mathbf{C} são os bens e serviços produzidos no exterior pelo setor i adquiridos pelo setor doméstico j para fins de investimento dividido pela produção doméstica do setor j . Dessa forma, a P&D indireta incorporada nos bens e serviços de investimento nacionais produzidos pelo setor i adquiridos pelo setor j é dada por (t_j^{dc}):

$$t_j^{dc} = \sum_{i=1}^N (s_i^d c_{ij}^d) \quad (10)$$

Em que s_i^d é a P&D direta e indireta da cadeia produtiva doméstica do setor i . Por fim, t_j^{mc} representa a P&D indireta incorporada nos bens e serviços de investimento estrangeiros produzidos pelo setor i adquiridos pelo setor doméstico j :

$$t_j^{mc} = \sum_{i=1}^N (r_i^f c_{ij}^m) \quad (11)$$

Vale ressaltar que a forma de calcular a P&D indireta incorporada nos bens de investimento é diferente da empregada por Hauknes e Knell (2009). Em geral, os países só divulgam um vetor de investimento, dessa forma não é possível identificar os setores que fazem os investimentos. Hauknes e Knell (2009) adotaram uma solução de *second best* distribuir o vetor de investimento de acordo com a estrutura da matriz de Leontief. Assim, esta pesquisa utiliza dados de investimento com maior precisão que os estudos anteriores ao identificar tanto os setores produtores quanto os usuários dos bens e serviços de investimento.

Em resumo, a partir de (2), (7), (9), (10) e (11) temos s_j^x que corresponde a intensidade em P&D total do setor j :

$$s_j^x = r_j^d + t_j^d + t_j^m + t_j^{dc} + t_j^{mc} \quad (12)$$

A partir da intensidade em P&D total podemos mensurar o multiplicador tecnológico (ou multiplicador de P&D), mt_j , do setor j como:

$$mt_j = \frac{s_j^x}{r_j^d} \quad (13)$$

A seguir, a seção 4 aborda a P&D direta e a seção 5 a P&D indireta e o multiplicador tecnológico.

4 Pesquisa e Desenvolvimento realizada pelos setores de atividade

A partir de uma pesquisa histórica, Suzigan e Albuquerque (2011) colocaram em evidência o papel desempenhado pelas universidades e institutos de pesquisa na acumulação de competências tecnológicas dos setores mais competitivos da economia brasileira, como agricultura, metalurgia e aviação. Esta seção apresenta evidências empíricas de que os institutos públicos de pesquisa – e o marco regulatório, em alguns casos – são relevantes para o desenvolvimento tecnológico de diversos setores da economia brasileira, competitivos ou não.

Em 2013, os investimentos em P&D realizados pela economia brasileira foram de R\$63,5 bilhões em valores de 2017, que corresponderam a 1,08% do PIB do Brasil¹⁰. Esse montante está distribuído na Figura 1 pelos setores de atividade em que a P&D foi realizada. Ressalta-se que essa distribuição já considera a alocação da P&D dos institutos públicos de pesquisa com finalidade setorial definida nos respectivos setores de atividade, conforme a alocação exibida no Apêndice A.

No Brasil, 42,5% dos investimentos em P&D foram realizados pelos serviços públicos, sendo distribuídos em educação pública (31,5%), administração pública (7,7%), e saúde pública (3,4%) (Figura 1).

Na educação pública, consideram-se como investimentos em P&D os salários e demais remunerações dos professores atuantes nos programas de pós-graduação *stricto sensu* reconhecidos pela Capes e as despesas de custeio das universidades, inclusive bolsas de pesquisa dos alunos (MCTI, 2009). Embora as atividades dos professores de pós-graduação incluam ensino, pesquisas com ou sem finalidade comercial e atividades de treinamento, todas elas são consideradas P&D. Vale dizer que a forma de contabilizar a P&D do setor de educação é uma prática mundial pautada no Manual Frascati (OECD, 2015) e o Brasil a segue.

A administração pública reúne vários institutos públicos de pesquisa com finalidades múltiplas (transversal ou multisetorial) como o IPT, o Inpe, o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) e o Instituto de Tecnologia do Paraná (Tecpar). Dada a dificuldade na identificação da finalidade setorial da pesquisa feita, a P&D desses institutos e de alguns outros foi mantida no setor da administração pública. Já naqueles em que há clara destinação setorial, como a Embrapa, seus dispêndios foram alocados nos setores respectivos (neste caso, nos setores da agropecuária – conforme o Apêndice A).

No setor de saúde pública sobressai a P&D realizada pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), que desembolsou aproximadamente R\$1,4 bilhão (valores de 2017) em pesquisas. Os Institutos Butantan, Vital Brazil, Adolfo Lutz e Pasteur são outras importantes instituições que fazem P&D na área da saúde pública. Essas entidades produzem conhecimentos – principalmente nos temas relacionados à saúde coletiva de um país tropical não desenvolvido – em doenças como Aids, Chagas, tuberculose, esquistossomose, malária, hanseníase, sarampo, rubéola, meningites, hepatites e vacinas, soros e patógenos de grande interesse social.

¹⁰No mesmo ano, nos países desenvolvidos, os gastos em P&D sobre o PIB variou entre 2% e 4% – por exemplo, 2,71% nos EUA, 2,84% na Alemanha, 3,31% no Japão e 3,95% na Coreia do Sul de acordo com dados da UNESCO.

Figura 1: Investimento em Pesquisa e Desenvolvimento do Brasil

Fonte: IBGE (2015b) e Lei de Acesso à Informação. Cálculos e elaboração dos autores.

Nota: Dados de 2013.

Depois dos serviços públicos, a indústria de transformação é o agrupamento setorial que mais faz pesquisa, com 32,4% da P&D total do país (Figura 1). Neste estudo dividimos a indústria de transformação em dois grupos por intensidade tecnológica: i) *indústria de maior intensidade tecnológica* e ii) *indústria de menor intensidade tecnológica*. O primeiro inclui os setores de alta e média-alta intensidade em P&D da nova classificação da OCDE e o segundo inclui os setores de média e média-baixa intensidade em P&D da mesma classificação (GALINDO-RUEDA; VERGER, 2016; MORCEIRO, 2019). A escolha de somente duas categorias tecnológicas ao invés de quatro deu-se porque, no Brasil, há menor variabilidade (dispersão setorial) ou maior homogeneidade da intensidade em P&D (P&D/produção ou P&D/valor adicionado) entre os setores da indústria brasileira do que nos países da OCDE (FURTADO; CARVALHO, 2005). A *indústria de maior intensidade tecnológica* realiza quase 80% da P&D manufatureira, apesar de representar apenas 1/3 do PIB manufatureiro. Apenas cinco setores do grupo de maior intensidade tecnológica realizaram mais de 50% da P&D manufatureira, a saber: automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças (com 5,40% da P&D total do Brasil); equipamentos de informática, eletrônicos e ópticos (3,67%); químicos orgânicos, inorgânicos, resinas e elastômeros (2,98%); outros equipamentos de transporte (2,60%); e farmacêuticos e medicamentos (2,37%) (Figura 1).

Todos os dez setores industriais de maior intensidade tecnológica investiram em P&D mais que qualquer um daqueles 20 pertencentes à indústria de menor intensidade tecnológica (Figura 1), evidenciando que os recursos para P&D são investidos de modo desigual e concentrado setorialmente. Essa não é uma característica só do Brasil, é um padrão verificado em outros países. Em geral, poucos setores fazem a maior parte da P&D e são os maiores responsáveis pela mudança tecnológica (DOSI; PAVITT; SOETE, 1990; JARUZELSKI; STAACK; CHWALIK, 2017; PAPAConstantinou; Sakurai; Wyckoff, 1998). O principal motivo deve-se ao fato de as oportunidades tecnológicas e o potencial inovativo serem muito mais elevados nesses setores, conforme apontado por Breschi e

Malerba (1997) e Castellacci (2008).

O terceiro agrupamento que mais realizou P&D foram os serviços privados, com 11,2% da P&D total do Brasil (Figura 1). Apesar de formarem mais de 50% do PIB brasileiro, apenas um número limitado de setores desse grupo faz P&D de modo contínuo e significativo, revelando que dentro dos serviços também há bastante heterogeneidade e concentração da P&D. Somente quatro setores investiram mais de 80% de toda a P&D dos serviços privados, a saber: arquitetura, engenharia, análises técnicas e P&D (com 3,93% da P&D total do Brasil); desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação (2,06%); educação privada (2,05%); e telecomunicações (1,35%). O primeiro setor mencionado contém a divisão 72 da CNAE 2.0 denominada “Pesquisa e Desenvolvimento Científico”, a qual inclui os laboratórios das empresas que possuem centros de P&D independentes de sua atividade principal¹¹ e os institutos privados de pesquisa¹². Dessa maneira, a divisão 72 inclui laboratórios de P&D dos mais variados setores de atividade, de serviços ou não. Certamente, a pesquisa realizada pelo laboratório de P&D tem finalidade relacionada ao setor de atuação da empresa, mas o IBGE não faz esse tratamento dos dados. Por isso, deve-se ter cuidado ao interpretar as informações desse primeiro setor. O segundo setor, desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação, engloba a fabricação de *softwares*, que é o principal segmento dos serviços privados em montante de P&D investido (JARUZELSKI; STAACK; SHINOZAKI, 2016) ou em intensidade em P&D (GALINDO-RUEDA; VERGER, 2016). Embora seja dominado por gigantes, como Alphabet, Microsoft, Oracle e SAP, o Brasil possui uma empresa entre os 100 maiores gastos empresariais em P&D do setor de *softwares*: a TOTVS¹³.

No restante, a maioria dos setores de serviços privados, como comércio e reparação de veículos e motocicletas, restaurantes, hotéis, serviços jurídicos, serviços domésticos, serviços pessoais, segurança privada, entre outros, não fazem P&D de modo sistemático ou não foram localizados investimentos em P&D nas fontes consultadas pelo IBGE. É uma característica estrutural de grande parte dos setores de serviços registrar pouco investimento em P&D (EVANGELISTA, 2000; GALINDO-RUEDA; VERGER, 2016; HIPPE; GRUPP, 2005), uma vez que eles dependem menos dos laboratórios de pesquisa comparativamente à manufatura para manterem-se competitivos. Em geral, na maioria dos serviços outras atividades são mais importantes que a P&D, como a implementação de novas técnicas de gestão, novas estratégias de *marketing*, treinamento, mudanças na organização do trabalho e aquisição de máquinas e *softwares*. Também cabe registrar que há um predomínio de firmas pequenas e muita atividade informal em segmentos relevantes – por exemplo, comércio, transportes, contabilidade e serviços pessoais –, especialmente nos países em desenvolvimento. Por isso, a atividade de P&D é ainda escassa.

¹¹Exceto o Cenpes que foi alocado nos setores de atuação da Petrobras, conforme informado na metodologia deste estudo.

¹²A divisão 72 é bastante pulverizada com mais de mil empresas que fazem pesquisas classificadas nesse setor. Alguns exemplos: Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), Natura Inovação e Tecnologia de Produtos, Quintiles Brasil, Cencoderma Instituição de Pesquisa e Desenvolvimento de Cosméticos, Parexcel Internacional Pesquisas Clínicas, RPS do Brasil Serviços de Pesquisa e Icon Pesquisas Clínicas.

¹³Em 2013, a TOTVS investiu aproximadamente 12,3% das receitas totais em P&D, percentual que representou cerca de R\$ 115 milhões, conforme a base de dados de Jaruzelski, Staack e Shinozaki (2016).

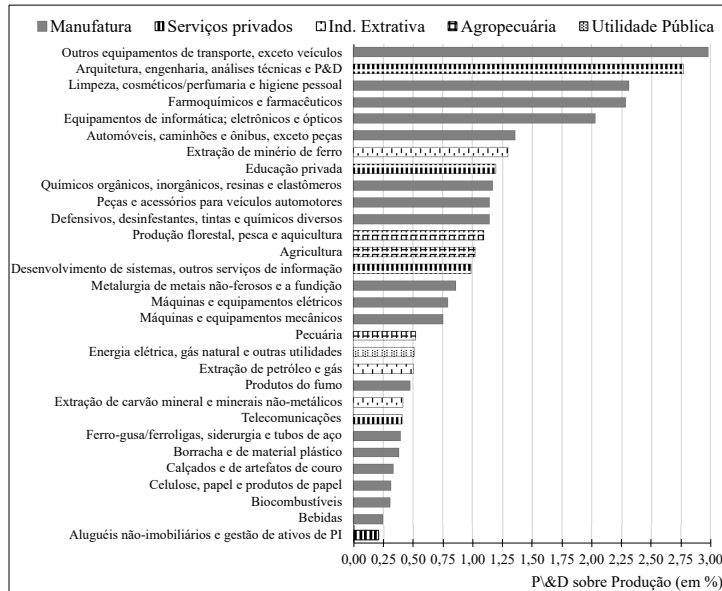
A agropecuária é o quarto agrupamento que mais fez P&D no Brasil, com 7,4% dos dispêndios totais (Figura 1). Os agricultores não realizam pesquisa sobre a semente que utilizarão. Na verdade, eles optam por adquiri-la de empresas privadas especializadas (como a Monsanto ou Syngenta) e de IPP. Isso ocorre pela impossibilidade de restringir o acesso a semente por parte dos concorrentes, dado que outro agricultor pode facilmente coletar uma muda e replantá-la, sem contribuir com os custos de seu desenvolvimento. Dessa forma, a agropecuária brasileira beneficia-se da P&D realizada pelos IPP, principalmente Embrapa e institutos estaduais de pesquisa (Ver [Apêndice A](#)). A Embrapa é a principal instituição que faz P&D no Brasil, com investimentos da ordem de R\$3,3 bilhões de 2017 e conta com um grupo de pesquisadores permanentes (em 2013, totalizavam 2437, dos quais 85% são doutores). O foco da pesquisa dos institutos públicos concentra-se maciçamente na área agrícola, mas parcela razoável é empregada na pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura, conforme exibido na Figura 1. Na área agrícola, o esforço de pesquisa mantém o país altamente competitivo internacionalmente, por exemplo, ao ampliar a área plantada para regiões que já foram consideradas inapropriadas para produção agrícola (como o Cerrado), adaptar sementes a climas hostis e aumentar a produtividade por hectare plantado.

A indústria extrativa é o quinto agrupamento, com 4,3% dos investimentos em P&D do país. Duas áreas se destacam. Primeiro, a P&D realizada pelo setor de exploração de petróleo e gás natural, para viabilizar as operações a grandes profundidades no litoral brasileiro feita pela Petrobras. É importante ressaltar que há uma regulação da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) que determina que empresas de extração e produção de petróleo e gás natural invistam 1,0% da receita bruta em atividades de P&D. Segundo, a P&D realizada pela empresa Vale e pelos institutos públicos, especialmente a CPRM e o Centro de Tecnologia Mineral (Cetem). Desse modo, direta e indiretamente, o Estado estimula a pesquisa na indústria extrativa.

Finalmente, o setor de energia elétrica realizou 1,9% da P&D do país. Nesse setor, o Estado também tem um papel ativo por meio de pesquisas conduzidas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnem) e via regulação do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica, da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), que determina que empresas de geração e distribuição de energia destinem 1,0% da receita operacional líquida para esse programa, sendo 0,2% a 0,4% do total destinados inteiramente às atividades de P&D.

Outra forma de verificar o *esforço tecnológico setorial* é pela intensidade em P&D (P&D/produção), conforme apontaram [Hatzichronoglou \(1997\)](#) e [OECD \(2003, p. 157\)](#). Elevadas intensidades em P&D criam maiores oportunidades tecnológicas e ampliam a probabilidade de se descobrir e desenvolver produtos novos. A demanda de produtos inovadores e intensivos em P&D cresce mais rápido, inclusive no comércio internacional ([LALL, 2000](#)), e amplia a parcela de mercado das firmas inovadoras. A Figura 2 exhibe os 30 setores da economia brasileira com os maiores esforços em P&D relativos à produção setorial, excluídos os serviços públicos. O [Apêndice B](#) exhibe as mesmas informações para todos os 68 setores do estudo. Nota-se que, entre os líderes setoriais, a manufatura predomina em número de setores e maiores esforços em P&D. Dos 30 setores 18 são da manufatura e 4 estão posicionados entre os cinco primeiros.

Figura 2: Esforço tecnológico do Brasil: P&D dividido pela produção setorial, em %



Fonte: IBGE (2015b) e Lei de Acesso à Informação. Cálculos e elaboração dos autores.

Nota: Dados de 2013. Todos os setores, exceto serviços públicos (administração, educação e saúde pública).

Os *outros equipamentos de transportes* possuem a maior intensidade em P&D setorial, com aproximadamente 3,0% do valor da produção investidos em P&D. Esse setor reúne a produção de aviões, satélites, embarcações navais, motocicletas, veículos ferroviários e veículos militares de combate. No Brasil, as áreas da aviação, espacial e marinha possuem destaque nos investimentos em P&D. Entre os principais centros de pesquisa destacam-se a P&D realizada pela Embraer, pelo Departamento de Ciência e Tecnologia Espacial (DCTA), pela Agência Espacial Brasileira (AEB) e pelo Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP), que está envolvido no desenvolvimento do primeiro submarino de propulsão nuclear brasileiro¹⁴.

Entre os demais setores manufatureiros, lideram a lista produtos químicos; farmacêutica; informática e eletrônicos; e a automobilística, que também possuem média-alta e alta intensidade em P&D em outros países (OECD, 2003, p. 157). Nos países líderes, os setores farmacêutico e de informática e eletrônicos lideram a classificação, mas no Brasil eles são muito dependentes de tecnologia importada embarcada nos insumos e componentes (MORCEIRO; GUILHOTO, 2020), conforme será visto na próxima seção.

Note que a maioria dos setores no Brasil – manufatureiros ou não – possuem intensidade em P&D bem inferior que a verificada nos países da OCDE, por isso estão distantes da fronteira tecnológica (MORCEIRO, 2019). Em geral, quanto maior a intensidade tecnológica do setor, menor o esforço tecnológico do Brasil comparativamente aos países da OCDE – seja entre os setores de média-alta e alta tecnologia da manufatura (FURTADO; CARVALHO, 2005; MOR-

¹⁴Todos os centros mencionados investiram mais de R\$ 100 milhões em P&D, em 2013.

CEIRO, 2019) ou dos serviços (MORCEIRO, 2019).

Um dos motivos da baixa intensidade em P&D da indústria de transformação brasileira deriva dos setores de maior intensidade tecnológica, os quais realizam pouca P&D (FURTADO; CARVALHO, 2005; ZUCOLOTO; TONETO JÚNIOR, 2005). Ademais, os setores industriais de maior intensidade tecnológica têm um peso inferior na produção industrial brasileira comparativamente às economias da OCDE (ZUCOLOTO; TONETO JÚNIOR, 2005). Além disso, “[a] origem estrangeira do capital atua (...) no sentido de reduzir o esforço tecnológico local” (ZUCOLOTO; TONETO JÚNIOR, 2005, p. 80) comparativamente a atuação dessas empresas nos países-sede, conforme mostrou Tessarin, Suzigan e Guilhoto (2020, p. 680) para as multinacionais estadunidenses. Isso ocorre porque a atividade inovativa das filiais de multinacionais no Brasil é majoritariamente do tipo adaptativa, sendo fortemente baseadas na adaptação de tecnologias provenientes de outra empresa do grupo localizada no exterior (TESSARIN; SUZIGAN; GUILHOTO, 2020)¹⁵.

Os serviços de *arquitetura, engenharia, análises técnicas* e P&D ocupam o segundo lugar em investimento em P&D, com aproximadamente 2,75% do valor da produção aplicados em P&D. Como mencionado anteriormente, todos os departamentos de P&D identificados com CNPJ próprio são classificados nesse setor nas estatísticas das Contas Nacionais, independente da finalidade da pesquisa. Por isso, o esforço de P&D é elevado, porém, cabe destacar que a maioria desses investimentos não está relacionada, necessariamente, com a descrição do setor *arquitetura, engenharia, análises técnicas e P&D*.

Cabe destacar que alguns setores tradicionais, como a extração de minérios de ferro e a agricultura, investiram em P&D ligeiramente acima de 1,0% do valor da produção. E a pecuária e a extração de petróleo e gás investiram 0,5%, próximo à média da economia total. Como mencionado, nesses setores se sobressai a P&D realizada por IPP e por grandes empresas criadas pelo Estado como a Petrobras e a Vale, contribuindo para manter o Brasil como um dos líderes globais na produção agropecuária e na indústria extrativa.

Chama atenção na Figura 1 que a agricultura e a mineração têm intensidade em P&D mais elevada que os serviços de informação. Isso é um paradoxo pois a mineração e a agricultura são consideradas atividades tradicionais que antecedem a 1ª Revolução Industrial enquanto os serviços de informação nucleiam o progresso técnico no atual paradigma técnico-econômico chamado Indústria 4.0 ou 4ª Revolução Industrial. Isso coloca em perspectiva a hipótese de que se pode alavancar o desenvolvimento tecnológico a partir da especialização em recursos naturais e por trajetórias convencionais de industrialização (PÉREZ, 2010; MORCEIRO *et al.*, 2011; FURTADO; URIAS, 2013).

Por fim, entre os 68 setores das contas nacionais, 25 são serviços privados, mas apenas um quinto deles encontra-se exibido na Figura 2. A maioria dos serviços privados tem intensidade em P&D muito baixa (Apêndice B). As poucas exceções são a própria atividade de P&D comentada acima, educação privada e desenvolvimento e outros serviços de informação, os quais possuem investimentos em P&D sobre a produção superior à média da economia brasileira, de 0,54%.

¹⁵No entanto, estudo recente mostra “(...) que não há uma diferença significativa nos esforços inovativos das empresas considerando a origem do capital, independentemente da categoria de intensidade tecnológica. No entanto, a diferença é substantiva entre as empresas que cooperaram para inovar frente às que não cooperaram.” (TESSARIN; SUZIGAN; GUILHOTO, 2020, p. 701).

5 P&D incorporada na cadeia produtiva setorial e nos bens de investimento

A seção anterior exibiu a P&D *direta* realizada pelos setores e esta identifica a P&D *indireta* que está incorporada nos insumos intermediários e nos bens de investimentos adquiridos pelos setores produtivos, que são uma forma importante de aquisição de conhecimento pelos setores *usuários* de tecnologias (PAPACONSTANTINO; SAKURAI; WYCKOFF, 1998; PAVITT, 1984; ROSENBERG, 1982). Para Schmookler (1966, p. 175, tradução nossa) “a melhor maneira de melhorar a tecnologia de uma indústria é, muitas vezes, melhorar os insumos que ela compra de outras indústrias”. Aghion e Howitt (1992) e Grossman e Helpman (1991) modelaram o progresso tecnológico pela introdução de inovações que melhoram a qualidade dos bens de capitais, os quais serão adquiridos para produzir bens finais. Além de expandir a capacidade produtiva, máquinas e equipamentos de última geração também aumentam a produtividade.

O “uso de tecnologias incorporadas é uma característica tanto de firmas de média-alta e alta tecnologia como também de firmas de média-baixa e baixa tecnologia” (ROBERTSON; SMITH; VON TUNZELMANN, 2009, p. 445, tradução nossa). Assim, tanto o setor aeronáutico depende de tecnologia embarcada nos equipamentos eletrônicos quanto o setor têxtil depende das fibras químicas para produzir produtos melhores. O “(...) progresso tecnológico em um setor da economia tornou-se crescentemente dependente da mudança tecnológica em outros setores.” (ROSENBERG, 1982, p. 73, tradução nossa). Apesar de antiga, a passagem de Rosenberg tornou-se ainda mais importante na atualidade com a crescente fragmentação internacional da produção organizada em cadeias globais de valor.

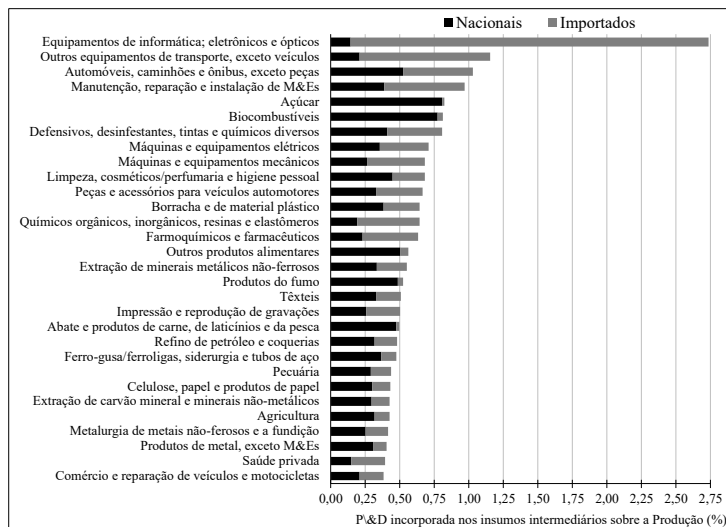
Esta pesquisa rastreou os fluxos de P&D ao levantar a intensidade em P&D (P&D/produção) do setor produtor dos insumos intermediários e dos bens de capital e multiplicá-la pelo valor da produção destinada os setores usuários. Desse modo, este trabalho adota as interdependências setoriais das matrizes de insumo-produto e de investimento para captar as interdependências tecnológicas, conforme procedimentos metodológicos descritos na seção 3.4.

Por exemplo, a indústria aeronáutica investe diretamente montante elevado em P&D, mas também a consome bastante indiretamente a partir dos produtos dos fornecedores de componentes (turbinas, motores e componentes eletrônicos) dos aviões. O método proposto por este trabalho rastreia essa P&D indireta incorporada. Se o setor de informática investiu em P&D 2,0% do seu valor da produção, cada produto fabricado incorporou uma parte dessa P&D proporcional ao seu peso no valor da produção. Assim, quando o setor aeronáutico compra 5% da produção de informática, ele adquire insumos intermediários que incorporaram 0,10% da P&D realizada pelo setor de informática¹⁶. Ao final, um avião possui tecnologia incorporada fruto da P&D direta da indústria aeronáutica e indireta contida na sua cadeia produtiva.

Na economia brasileira, a P&D indireta correspondeu a 0,34% do valor da produção (Tabela 1 adiante). A Figura 3 exibe os 30 setores que têm maior P&D indireta incorporada em suas cadeias produtivas (consulte o Apêndice B para acessar as informações dos 68 setores do estudo). A maioria dos setores da Figura 3 faz parte da manufatura ou produz bens físicos. Apenas os dois

¹⁶Note que 0,10% foram obtidos pela multiplicação de 2% (intensidade em P&D do setor de informática) por 5% (produção de informática adquirida pelo setor aeronáutico).

Figura 3: Percentual da P&D incorporada na cadeia produtiva setorial



Fonte: IBGE (2015a), Guilhoto e Sesso Filho (2005, 2010), Galindo-Rueda e Verger (2016) e BEA (2016), e Lei de Acesso à Informação. Cálculos e elaboração dos autores.

Nota: Dados de 2013.

últimos setores são de serviços. Isso é esperado porque os setores manufatureiros possuem cadeias de produção mais longas e mais etapas de transformação produtiva, sobretudo em relação aos serviços. Exemplos disso são os três primeiros da Figura 3, que fabricam produtos (computadores, aviões e automóveis) compostos de centenas a milhares de insumos e componentes. Da mesma forma que eles possuem maiores multiplicadores de produção, suas cadeias produtivas carregam mais P&D incorporada nos insumos intermediários.

Segundo ponto relevante é que todos os dez setores manufatureiros de maior intensidade tecnológica estão na metade superior da Figura 3. Além de fazer mais P&D diretamente, eles também demandam insumos e componentes proporcionalmente mais intensivos em P&D que a maioria dos setores de menor intensidade tecnológica. Observa-se também que a P&D incorporada nos insumos intermediários importados é mais elevada para os setores de maior intensidade tecnológica do que nos setores menos intensivos. Isso confirma a dependência estrutural do Brasil por produtos mais tecnológicos no comércio internacional, conforme estudos sobre o comércio exterior brasileiro (DE NEGRI, 2005; MORCEIRO; GUILHOTO, 2020).

Terceiro, outro fato relevante é a notável presença de cinco setores manufatureiros de menor intensidade tecnológica na metade superior da Figura 3. Nesses setores, com exceção da manutenção de máquinas e equipamentos (M&Es), a P&D indireta de origem nacional é mais relevante que a P&D embutida nos insumos importados, pois a indústria de menor intensidade tecnológica é ainda muito adensada no Brasil conforme mostraram Morceiro e Guilhoto (2020).

Quarto, a P&D da cadeia produtiva do setor de informática, eletrônicos e ópticos destaca-se bastante em relação aos demais setores ao somar 2,73%

do valor da produção desse setor (Figura 3). Esse é o único setor manufatureiro de maior intensidade tecnológica em que a P&D da cadeia produtiva foi mais relevante que a P&D realizada internamente. Ademais, da P&D embarcada nos insumos intermediários, 95% são de origem estrangeira e apenas 5% nacional (Figura 3). Isso explica-se porque i) o Brasil faz pouca P&D comparativamente ao realizado nesse setor pelos países líderes; ii) o setor importa parcela substantiva dos insumos intermediários, sobretudo componentes tecnológicos (MORCEIRO, 2018; MORCEIRO; GUILHOTO, 2020); e iii) esses componentes importados provêm majoritariamente do setor de informática e eletrônica, um dos que mais investem em P&D do planeta, que possui intensidade em P&D de 11,36% do valor da produção estrangeira¹⁷. O mesmo acontece, porém em menor magnitude, com o setor outros equipamentos de transporte que importam parcela expressiva dos componentes tecnológicos, principalmente turbinas e demais componentes dos aviões, os quais possuem elevada P&D embarcada.

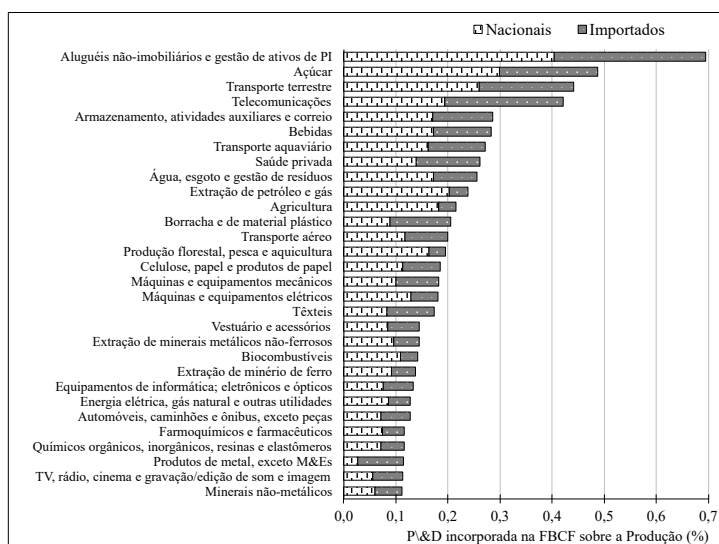
Quinto, em muitos setores, a P&D incorporada na cadeia produtiva é mais relevante que a própria P&D realizada internamente. Em 19 dos vinte 20 setores manufatureiros de menor intensidade tecnológica, a P&D da cadeia produtiva foi maior que a realizada internamente, assim como em 19 dos 25 setores de serviços privados¹⁸. Do ponto de vista da atividade inovativa, esses setores são conhecidos como *dominados pelos fornecedores* pela tipologia de Pavitt (1984) e Castellacci (2008). Os setores dominados pelos fornecedores fazem pouca P&D interna e o progresso tecnológico relevante vem de fora, pois esses setores buscam reduzir custos produtivos por meio da adoção de M&Es modernas que poupam mão de obra e de insumos intermediários mais eficientes (DOSI; PAVITT; SOETE, 1990, cap. 4).

A seguir, a Figura 4 mostra a P&D embarcada nos investimentos fixos, que são constituídos majoritariamente por M&Es e pela construção civil. O primeiro componente possui intensidade em P&D média-alta, enquanto o segundo praticamente não faz P&D. A aquisição de máquinas e equipamentos é a principal atividade inovativa da indústria de transformação brasileira (TESSARIN, 2018). Para contornar a instabilidade do investimento foi considerada a FBCF média do quadriênio 2010-2013. Para toda a economia brasileira, a P&D incorporada nos investimentos fixos representou apenas 0,12% da sua produção (Tabela 1 adiante), percentual que corresponde apenas a um terço da P&D incorporada nos insumos intermediários. Vale ressaltar que não foi considerado todo o estoque de capital, apenas o fluxo de FBCF médio de 2010-2013. Se fosse considerado todo o estoque de capital, provavelmente a P&D incorporada seria maior que a dos insumos intermediários. Nota-se um perfil setorial mais diversificado na Figura 4. Dos 15 setores com maior P&D incorporada nos investimentos fixos, 7 são de serviços, 4 da manufatura, 2 da agropecuária, 1 da indústria extrativa e 1 da utilidade pública.

Apesar de a indústria de transformação contribuir atualmente menos para a FBCF que no período de industrialização pesada (décadas de 1950 a 1980), ela ainda tem relevância significativa na P&D embarcada nos bens de capital,

¹⁷Informática e eletrônica é o setor que mais investe em P&D entre os mil maiores gastos empresariais em P&D do planeta, com 23,1% do total investido, em 2017 (JARUZELSKI; STAACK; CHWALIK, 2017). Nos Estados Unidos, nação que mais investe em P&D do mundo, esse setor realizou 21,0% de toda a P&D empresarial do país em média no período de 2010 a 2015 (OECD, 2017).

¹⁸Dados não exibidos neste estudo devido à limitação de espaço. Para mais detalhes, ver estudo mencionado na nota 4 em que constam os dados de todos 68 setores da economia.

Figura 4: Percentual da P&D incorporada na FBCF setorial

Fonte: IBGE (2015a), Guilhoto e Sesso Filho (2005, 2010), Miguez (2016), Galindo-Rueda e Verger (2016) e BEA (2016), e Lei de Acesso à Informação. Cálculos e elaboração dos autores.
Nota: Média 2010-2013.

haja vista que 16 dos 30 setores da Figura 4 são fabricantes. Apesar do processo de desindustrialização que ocorre desde a década de 1980 no Brasil (MORCEIRO; GUILHOTO, 2019), a manufatura ainda detém percentual ligeiramente acima de um quarto do estoque de capital total do país¹⁹, desde 2008 até 2014 (GOUMA *et al.*, 2018; TIMMER *et al.*, 2016), o qual precisa ser constantemente atualizado para evitar a obsolescência dos equipamentos (via reposição do capital depreciado).

Ademais, na maioria dos setores a P&D nacional é mais relevante que a importada como forma de adquirir tecnologia embarcada nos bens de capital (Figura 4). Entretanto, em alguns deles, a P&D importada é um complemento relevante ou até mais importante que a nacional porque o Brasil não possui competitividade para produzir os bens de capital em todos os segmentos produtivos.

Unindo todos os indicadores citados até o momento é possível estabelecer o *multiplicador tecnológico* calculado utilizando a P&D total (direta e indireta) incorporada na produção de um setor dividido pela P&D conduzida diretamente pelo setor – ou seja, a intensidade em P&D total dividida pela intensidade em P&D direta. “Ele indica o nível de ‘tecnologia’ total incorporada na produção que é obtida a partir de R\$ 1,0 gasto em P&D.” (PAPACONSTANTINOU; SAKURAI; WYCKOFF, 1996, p. 18, tradução nossa)²⁰.

O multiplicador tecnológico é semelhante aos multiplicadores de produção de Leontief, baseado no modelo *output-to-output* (MILLER; BLAIR, 2009, p.

¹⁹Excluído o setor atividades imobiliárias (divisão 68 da CNAE 2.0).

²⁰Dietzenbacher e Los (2002) chamaram de “multiplicador de P&D para trás” ao invés de multiplicador tecnológico e de “multiplicador de P&D para trás induzido” para se referir apenas à P&D indireta.

283), isto é, o quanto se gera de produção total²¹ a partir de uma unidade de produção adicional de um setor específico. No entanto, no contexto deste trabalho, o multiplicador tecnológico reflete a natureza público-privada da tecnologia conforme mencionado por Papaconstantinou, Sakurai e Wyckoff (1996, p.18, tradução nossa):

Está bem estabelecido que o conhecimento tem certas características típicas de bens públicos. É primeiro parcialmente excludente: é difícil para as empresas que fazem P&D se apropriarem plenamente dos benefícios econômicos por excluir outras empresas do seu uso. Também é não-rival: novas tecnologias podem ser usadas muitas vezes e em muitos processos diferentes sem ser exauridas.

A Tabela 1 exibe a intensidade em P&D total fragmentada em seus cinco componentes e o multiplicador tecnológico para os principais agrupamentos setoriais e o Apêndice B exibe as mesmas informações para os 68 setores do estudo. Para toda a economia, o multiplicador tecnológico foi de 1,9 (Tabela 1). Dessa maneira, a intensidade em P&D direta é quase a metade da intensidade em P&D total. A literatura consultada também encontrou multiplicadores tecnológicos próximos de dois (HAUKNES; KNELL, 2009), principalmente para países grandes (PAPACONSTANTINO; SAKURAI; WYCKOFF, 1996, p. 16). Variações no tamanho do multiplicador refletem diferenças na estrutura industrial e no modo que cada setor cria e usa tecnologia. Setores produtivos que desenvolvem mais tecnologia internamente têm multiplicador próximo de 1,0, já aqueles que usam mais tecnologias de outros setores têm multiplicador mais elevado (acima de 2). Dessa maneira, o “[...] multiplicador tecnológico revela quais indústrias são produtoras de tecnologia e quais são usuárias de tecnologia” (HAUKNES; KNELL, 2009, p. 464).

Os serviços públicos são quase um produtor puro de tecnologia ao dependerem praticamente da atividade de P&D interna.

A maioria dos setores manufatureiros de maior intensidade tecnológica possui multiplicadores tecnológicos inferiores a 2,0 por serem os principais produtores de tecnologia na manufatura, porém alguns setores apresentam multiplicadores superior a 2,0 (Apêndice B). Hauknes e Knell (2009) também encontrou multiplicadores inferiores a 2 para os países desenvolvidos e próximo de 1,5 na Alemanha. Nesse país a indústria é mais inovativa, voltada para o mercado internacional e opera mais próxima da fronteira tecnológica, sendo relativamente menos dependente de tecnologia embarcada nos produtos. No Brasil, a indústria mais tecnológica é voltada para o mercado interno e depende mais da adaptação de tecnologias trazidas do exterior que da criação (TESSARIN, 2018; TESSARIN; SUZIGAN; GUILHOTO, 2020), por isso ela tem o maior percentual de P&D indireta (Tabela 1 e Tabela 2) embarcada na produção de origem majoritariamente estrangeira (Tabela 2).

Quase todos os setores manufatureiros de menor intensidade tecnológica e os serviços privados tradicionais possuem multiplicadores tecnológicos elevados (ver Tabela 1 e Apêndice B) – como nos países desenvolvidos (HAUKNES; KNELL, 2009; PAVITT, 1984) e nos países em desenvolvimento estudados por Gonçalves e Neto (2016) –, sendo por isso grandes usuários de tecnologias

²¹Isto é, no produtor final, nos fornecedores de primeira ordem e nos fornecedores de ordem superior.

Tabela 1: Multiplicador tecnológico por grupo de atividade do Brasil

Grupos de atividades econômicas	P&D sobre a Produção (em %)					Total	Multiplicador Tecnológico
	Direta (próprio setor)	Indireta dos insumos nacionais	Indireta dos insumos importados	Indireto da FBCF nacional	Indireto da FBCF importada		
Agropecuária	0,89	0,29	0,11	0,15	0,03	1,47	1,7
Indústria extrativa	0,69	0,13	0,10	0,16	0,04	1,12	1,6
Indústria de transformação	0,60	0,36	0,31	0,07	0,06	1,40	2,3
- De menor intensidade tecnológica	0,20	0,38	0,12	0,07	0,06	0,82	4,2
- De maior intensidade tecnológica	1,39	0,32	0,66	0,07	0,06	2,51	1,8
Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	0,40	0,17	0,08	0,11	0,05	0,80	2,0
Construção	0,02	0,22	0,09	0,05	0,04	0,41	25,9
Serviços	0,54	0,12	0,06	0,05	0,05	0,82	1,5
- Serviços privados	0,14	0,12	0,06	0,06	0,05	0,43	3,1
- Serviços públicos	2,02	0,10	0,06	0,03	0,04	2,25	1,1
Economia total	0,54	0,20	0,14	0,07	0,05	0,99	1,9

Fonte: a mesma da Figura 4.

Nota: Dados de 2013; no caso da FBCF utilizou-se a média de 2010-2013.

Tabela 2: P&D indireta total do Brasil

Grupos de atividades econômicas	P&D indireta total sobre a Produção (%)	P&D indireta total (%)		P&D indireta total (%)	
		Insumos intermediários	Bens de capital	Nacional	Estrangeira
Agropecuária	0,59	69	31	76	24
Indústria extrativa	0,43	53	47	68	32
Indústria de transformação	0,79	84	16	54	46
- De menor intensidade tecnológica	0,63	80	20	71	29
- De maior intensidade tecnológica	1,11	88	12	36	64
Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	0,40	61	39	68	32
Construção	0,40	78	22	68	32
Serviços	0,28	64	36	60	40
- Serviços privados	0,29	63	37	61	39
- Serviços públicos	0,23	68	32	59	41
Economia total	0,46	74	26	59	41

Fonte: a mesma da Figura 4.

produzidas por outros setores. Por esse motivo, a literatura os chama de *dominados pelos fornecedores* (CASTELLACCI, 2008; PAVITT, 1984) do ponto de vista inovativo, pois dependem de tecnologias incorporadas nos bens de investimento e nos insumos intermediários.

Chama atenção o fato de a agropecuária e a indústria extrativa não possuírem multiplicadores tecnológicos elevados como o verificado nos países desenvolvidos por Hauknes e Knell (2009). Geralmente, esses setores tradicionais são classificados como dominados pelos fornecedores de tecnologias (HAUKNES; KNELL, 2009; PAVITT, 1984), mas, no Brasil, a P&D interna não é tão baixa devido à presença direta do Estado via os institutos de pesquisa e indireta via marco regulatório, conforme abordado na seção 4.

Em resumo, a P&D indireta incorporada nas M&Es e nos insumos intermediários é uma forma relevante para adquirir tecnologia, tanto para os setores que fazem pouco esforço tecnológico internamente quanto para aqueles de alta tecnologia. Esse resultado está em linha com o artigo de Tessarin, Suzigan e Guilhoto (2020) que utilizaram uma tabulação especial da PINTEC e verificaram que os fornecedores de insumos e componentes são uma das principais fontes de inovação e a aquisição de máquinas e equipamentos a principal atividade inovativa da manufatura brasileira. Para toda a economia brasileira, a P&D indireta representou 0,46% da produção total (Tabela 2). A indústria de transformação possui relativamente mais P&D indireta incorporada na produção que os demais setores, enquanto os serviços possuem menos. Contribui para isso o fato de a manufatura ter cadeias produtivas longas e enquanto a dos serviços são mais curtas. No Brasil, os insumos intermediários são a principal fonte de aquisição de tecnologia externa para todos os agrupamentos setoriais da Tabela 2, chegando a representar três quartos da P&D indireta total, enquanto os bens de capital tiveram um peso relativamente menor, inclusive para o setor de serviços, em comparação com os países desenvolvidos estudados por Papaconstantinou, Sakurai e Wyckoff (1998) e Hauknes e Knell (2009). Certamente, a baixa taxa de investimento do Brasil contribui para esse resultado.

Quanto à origem da P&D indireta, aproximadamente 60% é nacional e 40% estrangeira. Apesar de o país importar os principais produtos tecnológicos (MORCEIRO; GUILHOTO, 2020), a maioria das compras setoriais provém de fornecedores nacionais de menor P&D incorporada, sobretudo porque a estrutura produtiva brasileira é concentrada em setores tradicionais que fazem relativamente pouca P&D (MORCEIRO, 2018; ZUCOLOTO; TONETO JÚNIOR, 2005). Apenas para manufatura de maior intensidade tecnológica, a P&D estrangeira é maior que a nacional. Nesse caso, o Brasil comporta-se como um país pequeno e é dependente de tecnologia externa, diferente do ocorrido nos países desenvolvidos grandes, conforme mencionado na revisão bibliográfica.

6 Considerações finais

A pesquisa e desenvolvimento (P&D) direta é uma das principais formas utilizadas, sobretudo nos países desenvolvidos, para promover o progresso tecnológico. A P&D indireta incorporada nos insumos intermediários e nos bens de capital é uma forma relevante de adquirir conhecimento tecnológico para elevar a produtividade, especialmente nos países em desenvolvimento.

Esta pesquisa desenvolveu uma metodologia a partir de três etapas para

captar a P&D pública e privada de todos os 68 setores das novas Contas Nacionais do Brasil. Para a primeira etapa foi criado um método para captar os investimentos em P&D realizados pelos 68 setores, o qual pode ser replicado para obter os investimentos em P&D setoriais à medida que as contas nacionais anuais forem divulgadas. A novidade metodológica da segunda etapa consistiu em identificar o volume de P&D realizado por institutos públicos de pesquisa a partir de solicitações de dados no âmbito da Lei de Acesso à Informação. A partir disso, foi adotada uma estratégia para alocar a P&D pública em seus respectivos setores de atividade de acordo com a finalidade setorial das pesquisas de cada instituto. Com isso encontrou-se que a P&D pública é muito significativa para o desenvolvimento tecnológico de vários setores de atividade e que o setor privado se beneficia dos resultados de pesquisas geradas em institutos públicos reconhecidos. A terceira etapa combinou dados das contas nacionais, das matrizes de insumo-produto e de absorção de investimento e do indicador de esforço tecnológico (P&D/produção) nacional e estrangeiro para obter a P&D indireta incorporada nos insumos intermediários e nos bens de investimento nacionais e importados para 68 setores. Para isso, foi utilizada uma metodologia consagrada internacionalmente de análise de insumo-produto.

Este estudo se diferencia dos precedentes em termos do tratamento dos dados a partir de diversas fontes de informação e pelo nível setorial detalhado, sendo que para vários setores produtivos as informações de P&D direta e indireta são inéditas para o Brasil. Verificou-se uma *grande heterogeneidade setorial* tanto na *produção* quanto no *uso* da P&D. Com isso, buscou-se oferecer uma visão mais detalhada da atividade de produção e uso de tecnologia no Brasil. A seguir, apresentam-se as demais conclusões.

Primeiro, o Estado brasileiro tem um papel muito importante nos investimentos em P&D direta e indiretamente. Diretamente investe percentual um pouco superior a 50% da P&D total do país. Apenas a educação pública investe quase um terço da P&D total com ações voltadas à pesquisa universitária e treinamento, e, embora essa P&D tenha menor aplicação comercial, ela sustenta a formação de recursos humanos qualificados para atuar no setor privado e desenvolver pesquisas em qualquer área. A pesquisa realizada por institutos públicos destaca-se principalmente nos setores agropecuário, mineração, aviação e espacial, naval, energia, informática, além do setor de saúde pública. Indiretamente, o Estado estimula a P&D com financiamentos reembolsáveis e subvenções, e por meio de regulações setoriais exigindo contrapartidas na forma de P&D no setor de extração de petróleo e gás natural, energia elétrica e informática e eletrônica. Além disso, o Estado possui representante no conselho administrativo de empresas de capital misto ou pela *golden share* em empresas relevantes no contexto da P&D nacional, como Petrobras, Vale e Embraer. Isso ajuda a entender as áreas em que o país é competitivo internacionalmente, especialmente nos setores baseados em recursos naturais (agropecuária, mineração e petróleo) e na produção de aviões.

Segundo, a P&D indireta incorporada nos insumos intermediários e nos bens de investimento é uma fonte de aquisição de tecnologia tanto para os setores que fazem pouca P&D (dominado pelos fornecedores) quanto para os que realizam muita P&D (baseados em ciência). Para os setores manufatureiros de menor intensidade tecnológica e para a maioria dos serviços privados, a P&D indireta foi mais relevante que a realizada diretamente. No caso dos setores manufatureiros de maior intensidade tecnológica, principalmente a

P&D indireta incorporada nos insumos e componentes tecnológicos importados foi muito relevante, em especial para o setor de informática, eletrônicos e ópticos. A dependência tecnológica do exterior, geralmente diagnosticada nos estudos de comércio exterior, também foi capturada aqui e evidenciada pela elevada importação de insumos e componentes intensivos em P&D.

Terceiro, a P&D indireta incorporada nos bens de investimento é baixa, inclusive no setor de serviços, que costuma depender mais dos bens de capital que dos insumos intermediários para adquirir conhecimento tecnológico. A baixa taxa de investimento brasileira contribui para esse resultado, somado ao fato de os setores nacionais produtores de bens de capital possuírem intensidade em P&D relativamente baixa se comparada à fronteira tecnológica.

Quarto, os setores de serviços privados fazem pouca P&D direta, com exceção de dois segmentos de serviços intensivos em conhecimento. Do ponto de vista de geração de tecnologia, a mudança estrutural da economia brasileira em direção ao setor de serviços é preocupante, haja vista que a manufatura é composta pelos setores que mais realizam P&D, mesmo quando considerada a manufatura tradicional (de baixa e média-baixa tecnologia).

Tendo em vista que a atividade de P&D é vital para o progresso tecnológico, as políticas públicas poderiam fomentar essa atividade no Brasil, conforme também destacaram [Ervilha, Vieira e Fernandes \(2019\)](#). Vale ressaltar que o fomento governamental a essa atividade é uma prática utilizada internacionalmente. Nesse sentido, além de estimular as atividades de P&D visando diminuir o hiato tecnológico do Brasil, também poderiam fortalecer os institutos públicos de pesquisa para manter e/ou melhorar o desempenho tecnológico nas áreas em que esses institutos atuam, o qual vai transbordar para o setor privado. Por um lado, o Estado também poderia atuar para criar capacidades locais em áreas em que o país tem elevada dependência tecnológica do exterior, por exemplo via encomendas tecnológicas, regulação setorial ou por políticas orientadas. Por outro, poderia firmar acordos bilaterais de comércio com países relevantes na sua pauta comercial com a finalidade de reduzir os custos de importações de insumos e bens de capital, pois conforme esse estudo mostrou a P&D indireta incorporada nos insumos importados é uma fonte significativa de absorção tecnológica.

Referências

- AGHION, Philippe; HOWITT, Peter. A model of growth through creative destruction. *Econometrica*, v. 60, n. 2, p. 323–351, 1992.
- BRESCHI, S; MALERBA, F. Sectoral innovation systems: technological regimes, Schumpeterian dynamics, and spatial boundaries. In: *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. Organização: Charles Edquist. Abingdon: Routledge, 1997.
- BUREAU OF ECONOMIC ANALYSIS — BEA. *U.S. input-output accounts: 1997-2015*. Washington, DC: U.S. Department of Commerce, 2016.
- CASTELLACCI, Fulvio. Technological paradigms, regimes and trajectories: Manufacturing and service industries in a new taxonomy of sectoral patterns of innovation. *Research Policy*, v. 37, n. 6-7, p. 978–994, 2008.

- COHEN, Wesley M; LEVINTHAL, Daniel A. Innovation and learning: The two faces of R&D. *Economic Journal*, v. 99, n. 397, 1989.
- DE NEGRI, Fernanda. Conteúdo tecnológico do comércio exterior brasileiro: O papel das empresas estrangeiras. IPEA, Brasília, 2005.
- DE NEGRI, João Alberto; SALERNO, Mario Sergio (org.). *Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras*. Brasília: IPEA, 2005.
- DIETZENBACHER, Erik; LOS, Bart. Externalities of R&D expenditures. *Economic Systems Research*, v. 14, n. 4, p. 407–425, 2002.
- DOSI, Giovanni; PAVITT, Keith; SOETE, Luc. *The economics of technical change and international trade*. New York: New York University Press, 1990.
- ERVILHA, Gabriel Teixeira; VIEIRA, Wilson Da Cruz; FERNANDES, Elaine Aparecida. Determinantes da ecoinovação na indústria de transformação brasileira: uma análise empírica. *Economia Aplicada*, v. 23, n. 4, p. 145–174, 2019.
- EVANGELISTA, Rinaldo. Sectoral patterns of technological change in services. *Economics of Innovation and New Technology*, v. 9, n. 3, p. 183–222, 2000.
- FURTADO, André Tosi; CARVALHO, Ruy de Quadros. Padrões de intensidade tecnológica da indústria brasileira: um estudo comparativo com os países centrais. *São Paulo em Perspectiva*, v. 19, n. 1, p. 70–84, 2005.
- FURTADO, João; URIAS, Eduardo. *Recursos naturais e desenvolvimento: estudos sobre o potencial dinamizador da mineração na economia brasileira*. São Paulo: IBRAM, 2013.
- GALINDO-RUEDA, Fernando; VERGER, Fabien. OECD taxonomy of economic activities based on R&D intensity. *OECD*, Paris, 2016.
- GONÇALVES, Eduardo; FERREIRA NETO, Amir Borges. Intersectoral flows of technological knowledge in emerging countries: an input-output analysis. *Cepal Review*, v. 118, p. 139–155, 2016.
- GOUMA, Reitze *et al.* *WIOD socio-economic accounts 2016: sources and methods*. Groningen: WIOD, 2018.
- GROSSMAN, Gene M; HELPMAN, Elhanan. *Innovation and growth in the global economy*. Cambridge, MA: MIT Press, 1991.
- GUILHOTO, Joaquim José Martins; SESCO FILHO, Umberto Antonio. Estimação da matriz insumo-produto a partir de dados preliminares das contas nacionais. *Economia Aplicada*, v. 9, n. 2, p. 277–299, 2005.
- GUILHOTO, Joaquim José Martins; SESCO FILHO, Umberto Antonio. Estimação da matriz insumo-produto utilizando dados preliminares das contas nacio-

- nais: aplicação e análise de indicadores econômicos para o Brasil em 2005. *Economia & Tecnologia*, v. 6, n. 4, p. 53–62, 2010.
- HATZICHRONOGLOU, Thomas. Revision of the high-technology sector and product classification. *OECD*, Paris, 1997.
- HAUKNES, Johan; KNELL, Mark. Embodied knowledge and sectoral linkages: an input–output approach to the interaction of high- and low-tech industries. *Research Policy*, v. 38, n. 3, p. 459–469, 2009.
- HIPP, Christiane; GRUPP, Hariolf. Innovation in the service sector: the demand for service-specific innovation measurement concepts and typologies. *Research Policy*, v. 34, n. 4, p. 517–535, 2005.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA — IBGE. *Nota metodológica no 16: pesquisa e desenvolvimento (versão para informação e comentários)*. Rio de Janeiro: Coordenação de Contas Nacionais, IBGE, 2015a.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA — IBGE. *Sistema de contas nacionais: Brasil: 2010-2013*. Rio de Janeiro: IBGE, 2015b.
- JARUZELSKI, Barry; STAACK, Volker; CHWALIK, Robert. The global innovation 1000: will stronger borders weaken innovation? *Strategy and Business*, v. 89, 16 p., 2017.
- JARUZELSKI, Barry; STAACK, Volker; SHINOZAKI, Aritomo. Global innovation 1000: software-as-a-catalyst. *Strategy and Business*, v. 85, 16 p., 2016.
- KER, Daniel; GALINDO-RUEDA, Fernando. Frascati manual R&D and the system of national accounts. *OECD*, Paris, 2017.
- LALL, Sanjaya. The technological structure and performance of developing country manufactured exports, 1985-98. *Oxford Development Studies*, v. 28, n. 3, p. 337–369, 2000.
- MIGUEZ, Thiago de Holanda Lima. *Evolução da formação bruta de capital fixo na economia brasileira 2000-2013: uma análise multissetorial a partir das matrizes de absorção de investimento (MAIs)*. 155 f. Tese (Doutorado em Economia da Indústria e da Tecnologia) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.
- MILLER, Ronald E; BLAIR, Peter D. *Input-output analysis: foundations and extensions*. 2. ed. Cambridge, England: Cambridge University Press, 2009.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA — MCTI. *Metodologia e critérios para levantamento dos investimentos nacionais em ciência e tecnologia (Relatório Técnico)*. Brasília: MCTI, 2009.
- MORCEIRO, Paulo César. *A indústria brasileira no limiar do século XXI: uma análise da sua evolução estrutural, comercial e tecnológica*. Tese (Doutorado em Economia das Instituições e do Desenvolvimento) – Faculdade de Eco-

- nomia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.
- MORCEIRO, Paulo César. Nova classificação de intensidade tecnológica da OCDE e a posição do Brasil. *Informações FINE*, n. 461, p. 8–13, fev. 2019.
- MORCEIRO, Paulo César *et al.* Por que não baixa tecnologia? *In: XXXIX ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA*, 2011.
- MORCEIRO, Paulo César; GUILHOTO, Joaquim José Martins. Adensamento produtivo e esgarçamento do tecido industrial brasileiro. *Economia e Sociedade*, v. 29, n. 3, p. 835–860, 2020.
- MORCEIRO, Paulo César; GUILHOTO, Joaquim José Martins. Sectoral deindustrialization and long-run stagnation of Brazilian manufacturing. *Brazilian Journal of Political Economy*, v. 43, n. 2, p. 418–441, 2019.
- NOGUEIRA, Leilyanne Viana; ARRAES, Ronaldo Albuquerque. Função de produção de ideias e crescimento no Brasil e suas regiões. *Economia Aplicada*, v. 19, n. 4, p. 641–678, 2015.
- OECD. *Analytical business enterprise research and development database - ANBERD (ISIC Rev. 4)*. Paris: OECD-ANBERD DATABASE, 2017.
- OECD. *Frascati Manual 2015: guidelines for collecting and reporting data on research and experimental development*. Paris: OECD Publishing, 2015.
- OECD. *OECD science, technology and industry scoreboard 2003*. Paris: OECD Publications, 2003.
- OECD. *Oslo manual: guidelines for collecting and interpreting innovation data*. 3. ed. Paris: OECD Eurostat, 2005.
- PAPACONSTANTINO, G.; SAKURAI, N.; WYCKOFF, A. Domestic and international product-embodied R&D diffusion. *Research Policy*, v. 27, n. 3, p. 301–314, 1998.
- PAPACONSTANTINO, G.; SAKURAI, N.; WYCKOFF, A. Embodied technology diffusion: an empirical analysis for 10 OECD countries. *OECD*, Paris, 1996.
- PAVITT, Keith. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, v. 13, n. 6, p. 343–373, 1984.
- PÉREZ, Carlota. Technological dynamism and social inclusion in Latin America: A resource-based production development strategy. *Cepal Review*, v. 2010, n. 100, p. 121–141, 2010.
- ROBERTSON, Paul; SMITH, Keith; VON TUNZELMANN, Nick. Innovation in low- and medium-technology industries. *Research Policy*, v. 38, n. 3, p. 441–446, 2009.

- ROSENBERG, Nathan. Technological interdependence in the American economy. In: ROSENBERG, Nathan. *Inside the black box: technology and economics*. Cambridge: Cambridge University Press, 1982.
- SABATO, Jorge A. *El comercio de tecnologia. Ensayos en campera*. Buenos Aires: Juarez Editor, 1979.
- SCHERER, F. M. Inter-industry technology flows in the United States. *Research Policy*, v. 11, n. 4, p. 227–245, 1982.
- SCHMOOKLER, Jacob. *Invention and economic growth*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1966.
- SCHUMPETER, Joseph Alois. *Capitalism, socialism and democracy*. New York: Harper & Brothers, 1942.
- SCHUMPETER, Joseph Alois. *The theory of economic development*. Cambridge, MA: Harvard University, 1934.
- SNA. *System of national accounts 2008*. New York: United Nations; European Commission; Organisation for Economic Co-operation e Development; International Monetary Fund; World Bank, 2009.
- SUZIGAN, Wilson; ALBUQUERQUE, Eduardo Motta. The underestimated role of universities for the Brazilian system of innovation. *Revista de Economia Politica*, v. 31, n. 1, p. 3–30, 2011.
- TERLECKYJ, Nestor E. *Effects of R&D on the productivity growth of industries: an exploratory study*. Washington, DC: National Planning Association, 1974.
- TESSARIN, Milene Simone. *O papel da inovação, diversificação e vizinhança setorial no desenvolvimento industrial recente do Brasil*. Tese (Doutorado em Economia das Instituições e do Desenvolvimento) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.
- TESSARIN, Milene Simone; SUZIGAN, Wilson; GUILHOTO, Joaquim José Martins. Cooperação para inovar no Brasil: diferenças segundo a intensidade tecnológica e a origem do capital das empresas. *Estudos Econômicos*, v. 50, n. 4, p. 671–704, 2020.
- TIMMER, Marcel P. *et al.* An anatomy of the global trade slowdown based on the WIOD 2016 release. *Groningen Growth and Development Centre*, Groningen, 2016.
- ZUCOLOTO, Graziela Ferrero; TONETO JÚNIOR, Rudinei. Esforço tecnológico da indústria de transformação brasileira: uma comparação com países selecionados. *Revista de Economia Contemporânea*, v. 9, n. 2, p. 337–365, 2005.

Apêndice A Alocação da P&D dos institutos públicos de pesquisa e da Petrobras nos setores de atividade de finalidade da pesquisa

Tabela A.1: Alocação setorial da P&D dos institutos públicos de pesquisa, 2013 (em Reais de 2017)

Instituto Público de Pesquisa ²³	Setor de atividade da pesquisa no SCN Ref. 2010	Valor
Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária	Agricultura (76,1%)	3252,9
EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina	Produção florestal, pesca e aquicultura (6,9%) Pecuária (17,0%)	368,6
APTA - Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, exceto ITAL		243,9
BAHIATER - Superintendência Baiana de Assistência Técnica e Extensão Rural (antiga EBDA - Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola)		195,3
IAPAR - Instituto Agrônômico do Paraná		147,1
EPAMIG - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais		111,3
Outros institutos agropecuários estaduais**		311,5
CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais	Extração de minério de ferro (83,1%); extração de carvão mineral e minerais não-metálicos (13,7%); e extração de minerais metálicos não-ferrosos (3,1%)	672,4
CETEM - Centro de Tecnologia Mineral		45,1
CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear	Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	346,1
DCTA - Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial	Outros equipamentos de transporte, exceto veículos	335,0
AEB - Agência Espacial Brasileira	Outros equipamentos de transporte, exceto veículos	299,8
CTMSP - Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo	Outros equipamentos de transporte, exceto veículos	172,5
CEITEC - Centro de Excelência em Tecnologia Eletrônica Avançada	Equipamentos de informática; eletrônicos e ópticos	137,7
Instituto Butantan	Saúde pública	75,1
Instituto Vital Brazil do Rio de Janeiro	Saúde pública	65,2
Instituto Adolfo Lutz de SP*	Saúde pública	64,5

Fonte: [Morceiro \(2018\)](#).

Nota: Deflator implícito do PIB. *Estimado a partir do n° de pesquisadores do instituto multiplicado pelos investimentos em P&D por pesquisador realizado pela APTA. **Onze instituições agropecuárias estaduais menores em montante de P&D.

²³A Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) não está exibida na Tabela A.1 porque já se encontra alocada no setor de saúde pública no SCN Ref. 2010. Em 2013, a Fiocruz investiu em P&D R\$ 1409,6 milhões de 2017, sendo a terceira instituição que mais investiu em pesquisa no Brasil, atrás apenas da Embrapa e da Petrobras.

Tabela A.1: Alocação setorial da P&D dos institutos públicos de pesquisa, 2013 (em Reais de 2017) (continuação)

Instituto Público de Pesquisa	Setor de atividade da pesquisa no SCN Ref. 2010	Valor
IPqM - Instituto de Pesquisas da Marinha	Outros equipamentos de transporte, exceto veículos	53,8
Instituto Florestal de SP*	Produção florestal, pesca e aquicultura	50,5
ITAL - Instituto de Tecnologia de Alimentos da APTA	Outros produtos alimentares (47,2%); abate e produtos de carne, de laticínios e da pesca (32,7%); Bebidas (20,1%)	49,9
LNLS - Laboratório Nacional de Luz Síncrotron do CNPEM	Equipamentos de informática; eletrônicos e ópticos	46,4
Instituto de Botânica de SP	Produção florestal, pesca e aquicultura	42,0
CTBE - Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol do CNPEM	Biocombustíveis	36,6
CASNAV - Centro de Análises de Sistemas Navais	Outros equipamentos de transporte, exceto veículos	32,6
CTI - Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer	Equipamentos de informática; eletrônicos e ópticos	30,6
LNNano - Laboratório Nacional de Nanotecnologia do CNPEM	Químicos orgânicos, inorgânicos, resinas e elastômeros	28,2
LNBio - Laboratório Nacional de Biociências do CNPEM	Farmoquímicos e farmacêuticos	28,1
CTEx - Centro Tecnológico do Exército	Produtos de metal, exceto M&Es	23,2
Instituto Pasteur e demais Institutos de Saúde de SP*	Saúde pública	16,9
LNCC - Laboratório Nacional de Computação Científica	Equipamentos de informática; eletrônicos e ópticos	4,4
Total		7287,5

Fonte: Morceiro (2018).

Nota: Deflator implícito do PIB. *Estimado a partir do nº de pesquisadores do instituto multiplicado pelos investimentos em P&D por pesquisador realizado pela APTA. **Onze instituições agropecuárias estaduais menores em montante de P&D.

Tabela A.2: Alocação setorial dos investimentos em P&D do CENPES-Petrobras

Setor de atividade do SCN Ref. 2010	Distribuição em %	P&D de 2013 (em R\$ de 2017)
Extração de petróleo e gás	59,7	1211,5
Refino de petróleo e coquearias	21,5	436,5
Biocombustíveis	4,6	93,4
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	14,2	289,3
Total	100,0	2030,7

Fonte: Morceiro (2018).

Nota: Deflator implícito do PIB

Apêndice B Indicadores de P&D direta e indireta para 68 setores do Brasil

Tabela B.1: Indicadores de P&D direta e indireta para 68 setores do Brasil

Setores de atividade do SCN - Referência 2010	P&D sobre a Produção (em %)					Total	Multiplicador Tecnológico
	Direta (próprio setor)	Indireta dos insumos nacionais	Indireta dos insumos importados	Indireto da FBCF nacional	Indireto da FBCF importada		
Serviços privados	0,14	0,12	0,06	0,06	0,05	0,43	3,1
Arquitetura, engenharia, análises técnicas e P&D	2,76	0,13	0,20	0,01	0,03	3,14	1,1
Desenvolvimento de sistemas, outros serviços de informação	0,99	0,09	0,19	0,03	0,03	1,33	1,3
Educação privada	1,19	0,09	0,04	0,05	0,02	1,39	1,2
Telecomunicações	0,41	0,10	0,06	0,19	0,23	0,99	2,4
Comércio por atacado e a varejo, exceto veículos	0,08	0,12	0,03	0,03	0,02	0,27	3,6
Aluguéis não imobiliários e gestão de ativos de PI	0,21	0,09	0,06	0,40	0,29	1,05	5,1
Serviços financeiros, seguros e previdência complementar	0,02	0,09	0,04	0,01	0,01	0,17	10,9
Outros serviços administrativos e complementares	0,03	0,12	0,07	0,01	0,03	0,27	8,6
Saúde privada	0,02	0,14	0,25	0,14	0,12	0,68	28,7
Edição e edição integrada à impressão	0,13	0,18	0,05	0,04	0,04	0,44	3,5
Comércio e reparação de veículos e motocicletas	0,00	0,20	0,18	0,04	0,01	0,43	-
Transporte terrestre	0,00	0,22	0,10	0,26	0,18	0,76	-
Transporte aquaviário	0,00	0,15	0,06	0,16	0,11	0,48	-
Transporte aéreo	0,00	0,14	0,21	0,12	0,08	0,55	-
Armazenamento, atividades auxiliares e correio	0,00	0,22	0,07	0,17	0,11	0,57	-
Alojamento	0,00	0,16	0,02	0,03	0,04	0,25	-
Alimentação	0,00	0,21	0,03	0,01	0,01	0,26	-
TV, rádio, cinema e gravação/edição de som e imagem	0,00	0,12	0,10	0,06	0,06	0,33	-
Serviços imobiliários	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01	0,04	-
Serviços jurídicos, contábeis, consultoria, sedes de empresas	0,00	0,09	0,04	0,00	0,00	0,13	-
Outros serviços profissionais, científicos e técnicas	0,00	0,16	0,06	0,00	0,01	0,24	-
Serviços de vigilância, segurança e investigação	0,00	0,06	0,04	0,02	0,03	0,14	-
Atividades artísticas, criativas e de espetáculos	0,00	0,11	0,05	0,01	0,06	0,22	-
Organizações associativas e outros serviços pessoais	0,00	0,15	0,12	0,01	0,05	0,33	-
Serviços domésticos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
Total	0,54	0,20	0,14	0,07	0,05	0,99	1,9

Fonte: a mesma da Figura 4.

Nota: Dados de 2013; no caso da FBCF utilizou-se a média de 2010-2013.

IMPACTO INICIAL DEL COVID-19 EN LA SITUACIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA DE LAS FAMILIAS DE SANTIAGO DE CALI, COLOMBIA

NADJA SIMONE M. NERY DE OLIVEIRA *
JUAN BYRON CORREA FONNEGRA †
FABIO ALBERTO ARIAS ARBELÁEZ ‡

Resumen

El estudio tiene como objetivo evaluar el impacto inicial de la pandemia del COVID-19 sobre la situación económica-financiera de las familias de Cali, Colombia por medio de un modelo *Logit multinomial*. Los datos provienen de una investigación directa por medio de la aplicación de una encuesta. Los resultados revelaron que existe una vulnerabilidad económica-financiera de estas familias ante la pandemia. Los hombres con edad promedio de 36 años que presentan niveles de escolaridad superior a la profesional están en capacidad de resistir al impacto financiero. A medida que aumenta la edad de los hombres, el impacto financiero negativo se hace más fuerte.

Palabras clave: COVID-19, Santiago de Cali, Colombia, *Logit Multinomial*.

Abstract

The study aims to evaluate the initial impact of the COVID-19 pandemic on the economic-financial situation of families in Cali, Colombia through a multinomial Logit model. The data comes from a direct investigation through the application of a survey. The results revealed that there is an economic-financial vulnerability of these families to the pandemic. Men with an average age of 36 years who present levels of education higher than professional can resist the financial impact. As the age of men increases, the negative financial impact grows stronger.

Keywords: COVID-19, Santiago de Cali, Colombia, Multinomial *Logit*.

JEL classification: I31, J17, J17

DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/1980-5330/ea182075>

* Universidad del Valle, Cali, Colombia. E-mail: nadja.menezes@correounivalle.edu.co

† Universidad del Valle, Cali, Colombia. E-mail: juan.correa@correounivalle.edu.co

‡ Universidad del Valle, Cali, Colombia. E-mail: fabio.arias@correounivalle.edu.co

1 Introducción

El primer caso de COVID-19 se registró en China en diciembre del 2019. Desde entonces, el virus se ha propagado rápidamente por varios países del mundo. La velocidad e intensidad de la propagación del virus llevó a la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2020) a clasificar la enfermedad como una pandemia el día 11 de marzo de 2020. A partir de este evento se generó un escenario grave de crisis socioeconómica, con una reducción radical de las actividades productivas en todo el mundo debido a la situación de cuarentena total en docenas de países promovida desde marzo de 2020. Varios pronósticos de depresión económica estimaron una variación de -1 % del PIB en 2020, y menos de 1 % para los próximos años (LENDMAN, 2019).

En Colombia, la mayor parte de los casos iniciales de coronavirus provinieron de España y Estados Unidos. Dado que, son esos los dos países que albergan una mayor cantidad de migrantes colombianos y con los que se mantiene un activo flujo de personas (RODRÍGUEZ-PINZÓN, 2020). Al momento de culminar este estudio, la enfermedad se encuentra con una dinámica de crecimiento vigorosa en el territorio nacional, registrando 114705 mil casos activos y 47124 muertes¹.

Es cierto que la enfermedad trae consecuencias significativas en el sistema económico. Es por esto que varios países y organizaciones internacionales han tomado medidas de emergencia para inyectar recursos en billones de dólares estadounidenses con el objetivo de contrarrestar los efectos contractivos en curso, dentro de un escenario definido por las autoridades, economistas e investigadores como un entorno de guerra o un ambiente similar al de la guerra debido, entre otras razones, a las pérdidas socioeconómicas catastróficas y la necesidad de la intervención estatal rápida y masiva (CONCEIÇÃO *et al.*, 2020; ONU, 2020).

En este sentido, este trabajo tiene como objetivo analizar las perspectivas con respecto a los impactos de la pandemia generados por el COVID-19 sobre la situación económica y financiera de las familias en la ciudad de Santiago de Cali. Para cumplir este propósito, se realizó un análisis estadístico descriptivo por medio de la aplicación de una encuesta a los habitantes de esta ciudad. Además, se aplicó el modelo *Logit* multinomial para medir la influencia de las variables seleccionadas en la situación económica y financiera de estas familias. El artículo consta de 5 sesiones que son: la introducción, las evidencias empíricas, la metodología, el análisis de los resultados y las consideraciones finales.

2 El impacto económico del COVID-19: evidencias empíricas

La pandemia provocada por el COVID-19 no solo ha generado impactos globales en el área de la salud, sino que también ha afectado el área social, económica, cultural y política. Millones de personas han perdido sus trabajos, los gobiernos han tenido que aumentar considerablemente el gasto en atención médica y ayudar financieramente a las empresas y los ciudadanos (BUSS y TOBAR, 2020). La globalización de la pandemia del COVID-19 y sus impactos económicos están destinados a causar estragos en todas las economías del

¹Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co>. Datos del 14 de enero de 2021, 12:05 p.m.

mundo, arrojando a muchas de estas a la recesión y posiblemente a la depresión económica (BARUA, 2020).

La economía colombiana enfrentó uno de los choques más fuertes como consecuencia de la pandemia del COVID-19. Luego de un buen desempeño en 2019, que la llevó a alcanzar una tasa de crecimiento del 3,3%, Colombia debería haber logrado un crecimiento económico cercano al 3,5% en 2020 (CEPAL, 2020). Sin embargo, en el primer trimestre de 2020 el país terminó enfrentando dos choques que afectaron a la economía mundial a corto y mediano plazo: el *spread* del COVID-19 y la fuerte caída del precio internacional del petróleo (BONET-MORÓN *et al.*, 2020).

La evidencia empírica sobre el tema del impacto económico y financiero del COVID-19 es aún reciente. Sin embargo, algunos estudios han revelado importantes datos iniciales. Como es el caso del estudio de Bonet-Morón *et al.* (2020) quienes realizaron un estudio inicial con el objetivo de evaluar el impacto económico regional y sectorial de las medidas de aislamiento preventivo ordenadas por el Gobierno Nacional de Colombia para evitar la propagación del COVID-19. Para tanto, utilizaron un modelo insumo-producto, en donde buscaron estimar la pérdida económica que resulta de extraer un grupo de empleados formales e informales de los distintos sectores y entidades territoriales del país.

Los resultados evidenciados en dicho estudio indicaron pérdidas económicas que varían entre \$4,6 billones y \$59 billones por mes de acuerdo con los escenarios de aislamiento considerados, cifras que representan entre 0,5% y 6,1% del PIB colombiano. La rama económica de servicios emergió como la más afectada, con énfasis en alojamiento y alimentación, servicios inmobiliarios, servicios administrativos, actividades profesionales y técnicas, construcción y comercio. A su vez, los departamentos de Antioquia, Boyacá, San Andrés, Santander y Valle del Cauca indicaron que eran los más vulnerables a estas medidas.

Para el caso de Brasil, Porsse *et al.* (2020) proyectaron los impactos del COVID-19 en la economía brasileña utilizando un modelo interregional dinámico de equilibrio general computable. Los autores consideraron dos escenarios de simulación. En el primer escenario, se tuvieron en cuenta dos canales de transmisión sobre el sistema económico: El choque de la oferta laboral por las tasas de morbilidad y mortalidad provocadas por la pandemia; y el paro temporal de las actividades económicas durante dos meses debido al aislamiento social. En el segundo escenario, se agregaron los efectos de las medidas de estímulo fiscal del gobierno adoptadas para contrarrestar el impacto del COVID-19 en la economía brasileña. Los resultados encontrados indicaron para el año 2020 una reducción del 1,87% en la tasa de crecimiento del PIB nacional en el Escenario 1 y una disminución del 1,21% en el Escenario 2.

Illanes y Casas (2020) analizaron el impacto de las medidas de distanciamiento social para contener la crisis sanitaria adoptadas por un conjunto de países europeos (Alemania, Francia, Italia y España). Considerando que las perturbaciones generadas por el COVID-19 pueden tener heterogeneidades sobre los países de la región, sobre todo con respecto a las diferencias en la estructura productiva y en las conexiones intersectoriales de esas economías. Los resultados encontrados por los autores indicaron que el impacto agregado de escenarios de contención idénticos en Alemania, Francia y, en menor medida, Italia sería comparativamente menor que en España. Las diferencias en la es-

estructura productiva y las conexiones intersectoriales hicieron que la economía española fuera relativamente más vulnerable a un choque de la naturaleza actual, por su mayor dependencia de sectores particularmente afectados por las medidas de distanciamiento social, como los relacionados con actividades turísticas.

Martin *et al.* (2020) proponen un modelo con respecto a un hogar para evaluar los impactos socioeconómicos del COVID-19 en el consumo y el ahorro per cápita, y los beneficios de las intervenciones gubernamentales. El modelo asumió dos períodos: un período de crisis durante el cual algunas personas experimentan una caída en los ingresos y pueden usar sus ahorros para mantener el consumo; y un período de recuperación, cuando los hogares ahorran para reponer sus ahorros agotados al nivel anterior a la crisis. Los autores eligieron el Área de la Bahía de San Francisco en Estados Unidos como estudio de caso.

Los resultados encontrados por los autores sugirieron que cuando se suponía un período de refugio de tres meses, la tasa de pobreza aumentaría temporalmente del 17,1 % al 25,9% en el Área de la Bahía en ausencia de protección social, y las personas con ingresos más bajos sufrirían más en términos relativos. Por otro lado, si se implementa por completo, la combinación de seguro desempleo (UI - *Unemployment Insurance*) y CARES (*Coronavirus Aid, Recovery and Economic Security*) se podría mantener el aumento de la pobreza cerca de cero y reducir el tiempo promedio de recuperación de las personas que sufren una pérdida de ingresos el cual sería de 11,8 a 6,7 meses.

3 Metodología y fuente de datos

Para elaborar este trabajo, se realizó inicialmente un levantamiento de evidencias empíricas que nos ayudaron a contextualizar el tema propuesto. Posteriormente, para identificar el impacto económico y financiero de las familias en Santiago de Cali, utilizamos la técnica de la encuesta, mediante la cual se recopilamos los datos de la población objeto de nuestro análisis.

Desde el punto de vista del alcance de la investigación, esta puede clasificarse como cuantitativa, porque, fueron recolectados los datos obtenidos mediante la aplicación de un cuestionario insertado en la plataforma GoogleForms® con los cuales se realizó un análisis estadístico descriptivo y luego se aplicó el modelo *Logit* multinomial.

La encuesta de datos primarios se llevó a cabo del 17 de abril al 16 de mayo de 2020, a través de un cuestionario en línea a personas de diferentes comunas² del municipio de Santiago de Cali, centrándose en aquellos que participan en el mercado laboral. El tamaño de la muestra a analizar, es decir, cuántas personas deberían ser entrevistadas para componer una muestra estadísticamente significativa, se calculó a partir de las fórmulas presentadas en Barbeta (2012, p.58), dadas por:

$$n_0 = \frac{1}{(E_0)^2} \quad (1)$$

$$n = \frac{N \times n_0}{N + n_0} \quad (2)$$

²Las comunas en Colombia son subdivisiones territoriales de los municipios creadas con el fin de mejorar la prestación de servicios y asegurar la participación de la ciudadanía en el manejo de los asuntos públicos de carácter local. (Ley 136 de 1994 – Artículo 117).

Donde: n_0 = primera aproximación del tamaño de la muestra. E_0 = error de muestreo aceptable. n = tamaño de la muestra. N = tamaño de la población.

La muestra aleatoria se tomó teniendo en cuenta la población total de Santiago de Cali en el área urbana y rural que, según el DANE (2021), es de 2252616 mil personas, admitiendo un error de hasta el 10% y considerando una probabilidad del 90%. Con base en esta fórmula, se definió que al menos 100 personas deberían ser entrevistadas. La muestra también se definió para componer encuestados de todos los estratos sociales, hombres y mujeres, de diferentes grupos de edad y diferentes niveles educativos. En total, se respondieron 301 cuestionarios, lo que permitió un análisis confiable y estadísticamente suficiente.

La estructura del cuestionario tenía 28 preguntas, de las cuales 27 eran preguntas cerradas y dirigidas y una pregunta abierta, que cuestionaba sobre la manera en que las medidas de las autoridades gubernamentales influyeron en la situación económica-financiera del núcleo familiar. Con estos datos en mano, se aplicaron estadísticas descriptivas para el análisis y la discusión, y el modelo *Logit* multinomial para medir la influencia de las variables seleccionadas en la situación económica y financiera de estas familias.

3.1 Variables utilizadas

La variable dependiente indica la situación en la que el individuo se encuentra en relación con la posibilidad de un impacto financiero negativo causado por las medidas gubernamentales propuestas para mitigar los efectos de la pandemia provocada por el COVID-19, dicha variable se dividió en tres categorías: (i) impacto alto, (ii) impacto medio y (iii) impacto bajo.

Vale la pena señalar que, para el cálculo de las estadísticas descriptivas como en la estimación del modelo, se eliminaron de la muestra los individuos inactivos (pensionados, jubilados, amas de casa, estudiantes, entre otros), lo que representa una muestra compuesta por 243 observaciones.

La Tabla 1 muestra la distribución de los individuos según las categorías, la mayoría de los encuestados espera tener un alto impacto negativo en la situación económica y financiera de su hogar (43,6%), mientras que una menor proporción, uno de cada cuatro de los encuestados, esperan sufrir un impacto bajo (25,4%).

La Tabla 2 muestra las variables explicativas elegidas que fueron evaluadas como determinantes de la elección del individuo con respecto a la percepción del impacto económico financiero, es decir, sexo, edad, estrato socioeconómi-

Tabla 1: Distribución de la frecuencia relativa de los encuestados por categoría

Categoría	Frecuencia relativa
Impacto alto	43,6%
Impacto medio	30,9%
Impacto bajo	25,5%
Total	100,0%

Fuente: Resultados de la investigación, 2020.

Tabla 2: Distribución de la frecuencia relativa de los encuestados por categoría

VARIABLES	DESCRIPCIÓN
Variable dependiente	
Impacto financiero negativo	= 1 impacto alto = 2 impacto medio = 3 impacto bajo
VARIABLES INDEPENDIENTES:	
Género*	= 1 hombre = 0 mujer
Edad	edad del individuo
Estrato socioeconómico	= 1 Bajo (estratos 1 y 2) = 2 Medio (estratos 3 y 4) = 3 Alto (estratos 5 y 6)
Comuna	Comuna donde vive el individuo (1 hasta 22)
Escolaridad	= 1 Nivel básico (primaria o secundaria) = 2 Nivel técnico o tecnológico = 3 Nivel profesional (profesional con título de pregrado, especialización, maestría o doctorado)
Desempleo COVID-19*	= 1 Sí = 0 No
Impacto medidas gubernamentales*	= 1 Sí = 0 No
Ingreso actual*	= 1 Sin ingresos = 0 Con ingresos
Disminución de los ingresos*	= 1 Disminución mayor al 20% de los ingresos = 0 Disminución menor al 20% de los ingresos

Fuente: Resultados de la investigación, 2020.

Nota: * variables binarias.

co³, escolaridad, ingresos actuales y desempleo.

Las variables independientes están definidas en tres grupos, el primero contiene algunas características propias del individuo como son: la condición de género, que busca medir las diferencias en el impacto financiero negativo de los hombres respecto a las mujeres y la edad, que mide el impacto de un año adicional sobre las categorías de la variable de interés.

³La estratificación socioeconómica es una clasificación en estratos de los inmuebles residenciales para el cobro diferencial de los servicios públicos domiciliarios. De esta manera quienes tienen mayor capacidad económica (estratos altos) pagan más por los servicios públicos y contribuyen con un sistema de subsidios a los estratos bajos (DANE, 2021).

El segundo grupo de variables busca medir la influencia de las condiciones socioeconómicas del hogar sobre el impacto financiero negativo. Para este fin se tienen en cuenta, el estrato socioeconómico, reagrupado en tres categorías, busca medir las diferencias según la condición social y económica de los encuestados. El nivel de escolaridad, teniendo en cuenta la relación positiva entre la condición socioeconómica del individuo y el nivel de escolaridad, esta variable busca medir el efecto diferencial en la probabilidad de que el individuo haya obtenido un nivel de educación básico, técnico - tecnólogo o profesional. Igualmente se cuenta con la información de la comuna en la que reside el individuo que respondió la encuesta, aunque esta se utiliza como variable de control de la variabilidad en el proceso de estimación.

3.2 Metodología

Luego, con las mismas respuestas, se creó un modelo de regresión logística multinomial para identificar cuáles variables tienen mayor influencia para que la situación económica y financiera de las familias se haya visto afectada o no.

El modelo *Logit* multinomial calcula la probabilidad condicional de que el individuo i se encuentre en una situación dada j , puesto que tiene ciertas características representadas por el vector de los regresores \mathbf{X} . El modelo se puede expresar de la siguiente manera:

$$Pr[Y_i = j | \mathbf{X}] = \frac{e^{\mathbf{X}'_i \beta_j}}{\sum_{k=1}^J e^{\mathbf{X}'_i \beta_k}} \quad j = 1, 2, \dots, J, i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

donde Y_i es la variable dependiente que indica la situación en la que se encuentra el individuo, β representa el vector de parámetros a estimar que reflejan el impacto de los cambios en \mathbf{X} en la probabilidad de que el individuo se encuentre en una situación dada.

Dado que la suma de las probabilidades es igual a la unidad, la $Pr[Y_i = 1 | \mathbf{X}]$ es determinada una vez que son conocidas las probabilidades para $j = 2, 3, \dots, J$.

Luego de linealizar la ecuación (3) a partir de la transformación logaritmo natural, se define la variable dicotómica, $d_{ij} = 1$ si el individuo i elige la alternativa j y 0 en otro caso, para las m posibles alternativas. Entonces, para cada i , uno y solo uno de los d_{ij} es igual a 1. Por tanto, la función logarítmica de verosimilitud toma la forma,

$$\ln L = \sum_{i=1}^n \sum_{j=0}^J d_{ij} \ln Pr(Y_i = j) \quad (4)$$

La interpretación de los parámetros del modelo se realiza a través del análisis de las ventajas y razones de las ventajas, así como la especificación de los efectos marginales de las probabilidades para cada característica \mathbf{X}_i del vector \mathbf{X} .

La primera interpretación considera que la ventaja del i -ésimo individuo perteneciente a la categoría j en relación con la categoría base J viene dada por:

$$\ln \left[\frac{P_{ij}}{P_{iJ}} \right] = \mathbf{X}'_i \beta_j \quad (5)$$

Un coeficiente positivo para una variable dependiente \mathbf{X}_i implica una mayor probabilidad de observar una categoría de elección individual j en lugar de la categoría base cuando \mathbf{X}_i aumenta, manteniendo todo como constante. Un coeficiente negativo implica que es más probable que el individuo elija la categoría base sobre la categoría j .

Cuando el interés es medir la ventaja de la categoría j en relación con dos subgrupos diferentes de la k -ésima variable independiente, es necesario calcular la relación de ventaja, que en el *logit* multinomial se denomina relación de riesgo relativo (RRR). La razón de la ventaja no es más que el antilogaritmo del coeficiente estimado, en términos formales:

$$\ln \left[\frac{P_{ij}}{P_{ik}} \right] = \mathbf{X}'_i (\beta_j - \beta_k) \quad (6)$$

Si $(\beta_j - \beta_k) > 0$, mayor es la ventaja del individuo i perteneciente a la categoría j . Si $(\beta_j - \beta_k) < 0$, mayor es la ventaja del individuo i perteneciente a la categoría k .

Para evaluar el comportamiento de las probabilidades p_i cuando ocurren cambios en \mathbf{X}_i , es necesario calcular los efectos marginales. Al diferenciar la ecuación (3), es posible obtener los efectos marginales de cada variable:

$$\delta_j = \frac{\partial P_j}{\partial \mathbf{X}_i} = P_j \left[\beta_j - \sum_{k=0}^J P_k \beta_k \right] = P_j [\beta_j - \bar{\beta}] \quad (7)$$

Cunha, Araújo y Lima (2011) enfatizan que el efecto marginal no necesariamente tendrá el mismo signo que los coeficientes estimados. Para cada regresor, hay j efectos marginales que corresponden a cada una de las j que suman 0, ya que las probabilidades suman 1.

Los resultados de estas ecuaciones y otras observaciones se pueden ver en la siguiente sección.

4 Resultados y discusiones

En esta sección se realiza un análisis estadístico de la encuesta y se describen los resultados obtenidos en el ajuste del modelo *Logit* multinomial. Inicialmente, en la Tabla 3 se presenta la caracterización de la muestra, es decir, las principales características sociales y demográficas de la población entrevistada.

Del total de los encuestados, el 54,8% son mujeres y el 45,2% son hombres. El grupo de edad de los individuos entrevistados se encuentra entre 21 y 30 años (39,5%), el 19,5% corresponde a las edades entre 31 y 40 años; los de 41 a 50 años y mayores de 50 años representaron el 30,5% de la muestra; y el 10,3% de los encuestados tenían entre 16 y 20 años.

Los entrevistados eran en su mayoría solteros (54,2%), seguidos de casados o en unión libre que representaban el 37,9% del total. Con respecto a tener hijos, la mayoría de los encuestados respondieron que no tenían hijos (56,1%), y el 43,9% dijo que tenía hijos. Cuando se les preguntó sobre el número de hijos que tenían, cerca de 17,6% indicó tener un hijo y 18,6% dos hijos.

Cuando se le preguntó sobre el número de miembros de la familia, incluido el entrevistado: aproximadamente el 30,9% informó que vivía en familias compuestas por cuatro miembros; el 25,6% en familias con tres miembros y

Tabla 3: Distribución socio demográfica de los residentes de Santiago de Cali entrevistados, según sexo, rango de edad, estado civil, composición familiar, educación y estrato socio demográfico

VARIABLES	Características	Total	%
Sexo	Hombre	136	45,2
	Mujer	165	54,8
Rango de edad	16 a 20 años	31	10,3
	De 21 a 30 años	119	39,5
	De 31 a 40 años	59	19,6
	De 41 a 50 años	44	14,6
	Más de 50 años	48	15,9
Estado civil	Soltero (a)	163	54,2
	Casado (a)	64	21,3
	Unión libre	50	16,6
	Divorciado (a) / Separado (a)	22	7,3
	Viudo (a)	2	0,7
Tiene hijo	Sí	132	43,9
	No	169	56,1
Número de hijos	1 hijo	53	17,6
	2 hijos	56	18,6
	3 hijos	17	5,6
	4 hijos	4	1,3
	Más de 4 hijos	1	0,3
	No tiene hijos	170	56,5
Número de integrantes de la familia	1	13	4,3
	2	58	19,3
	3	77	25,6
	4	93	30,9
	5	38	12,6
	Más de 5	22	7,3
Presencia de adultos mayores en la familia	Sí	125	41,5
	No	176	58,5
Grado de escolaridad	Primaria	3	1,0
	Secundaria	72	23,9
	Técnico	44	14,6
	Tecnológico	26	8,6
	Profesional	105	34,9
	Especialización	18	6,0
	Maestría	25	8,3
Doctorado	8	2,7	
Estrato socioeconómico	1 y 2	93	30,9
	3 y 4	163	54,1
	5 y 6	45	15,0

Fuente: Resultados de la investigación, 2020.

el 19,3% en familias con dos miembros. Con respecto a la presencia de adultos mayores en la familia, el 58,5% respondió que no convivían con ellos y el 41,5% que sí.

El grado de escolaridad mayoritario entre los que respondieron la encuesta es de profesionales, es decir, con educación superior completa (34,9%), y los que han completado la escuela secundaria, el 23,9%. En relación con el estrato socioeconómico de los entrevistados, el 33,2% informó pertenecer al estrato tres, el 20,9% al estrato cuatro, el 20,3% al estrato 2, el 12% al estrato cinco, el 10,6% al estrato uno y el 3% al estrato seis.

Con respecto a la situación laboral de los encuestados, aproximadamente 116 de ellos, o 38,5%, afirmó estar trabajando con contrato, siendo 51 (16,9%) con contrato a término definido y 65 (21,6%) con contrato a término indefinido. Cerca de 68 de los encuestados (22,6%) de ellos respondieron que eran trabajadores independientes. Informaron estar desempleados 63 (20,9%) de los entrevistados. El total de inactivos (pensionados, jubilados, amas de casa o estudiantes) fue de 54, lo que representó 17,9% del total.

La pandemia del coronavirus ha hecho que muchas empresas y, por ende, muchos trabajadores, hayan optado por el teletrabajo. Así, se ha preguntado si los encuestados estaban realizando actividades laborales habituales fuera de su casa, actividades laborales desde su casa o teletrabajo. Del total de 115 respuestas, el 31% (48) informó que estaban realizando actividad de teletrabajo, el 27,1% reportó que no estaban realizando ninguna actividad; el 26,5% (41) realizaba actividades laborales desde casa; mientras que el 15,5% (24) informó estar realizando actividades laborales fuera de casa.

Con respecto al nivel de ingresos que tenían los encuestados antes y durante la declaración de emergencia social por el COVID-19. Antes de la pandemia del COVID-19, la mayoría de los encuestados (60) informaron que tenían ingresos entre 1 y 2 salarios mínimos legales vigentes. Durante el periodo del COVID-19, la cantidad de personas que confirmaron tener ingresos entre 1 y 2 salarios mínimos se ha reducido para 36, lo que representó una variación del -40%.

Aproximadamente el 16% (48) de los encuestados indicó no tener ingresos antes del COVID-19, esa cantidad se elevó sustancialmente en el periodo de la cuarentena donde 132 personas (44%) declararon no tener ingresos, lo que representó un incremento del 175%.

Cuando se les preguntó si habían perdido su trabajo o si dejaron de trabajar como resultado de la declaración de emergencia social debido al COVID-19, 153 (50,8%) de los entrevistados respondieron que no y 102 (33,9%) respondieron que sí. También se ha preguntado, para aquellos que se encontraban empleados en el periodo de la investigación, sobre sus expectativas con respecto a la posibilidad de que queden desempleados en el futuro. De un total de 230, cerca de 82 (35,7%) afirmaron que esperaban estar desempleados en el futuro debido a la problemática causada por el COVID-19; 81 (35,2%) esperaban tal vez estar desempleados; y 67 (29,1%) respondieron que no creían en la posibilidad de quedar desempleados en el futuro.

El nivel motivacional busca evaluar el grado de satisfacción y optimismo que cada individuo tiene en relación con su propia vida. En este sentido, se les preguntó sobre el nivel motivacional de los entrevistados en el periodo de la cuarentena obligatoria. Con respecto al nivel de motivación encontrado en el momento de la entrevista, medido en una escala del 1 al 10, donde 1 representaba nada motivado y 10 extremadamente motivado, las respuestas se

concentraron principalmente en los puntajes 7 y 5, donde aproximadamente el 19.9% (60) y el 18.6% (56) atribuyó estos puntajes al nivel de motivación, respectivamente.

Con respecto a cómo se sentían con la situación generada por el COVID-19. Del total de 227 respuestas, la mayoría los encuestados afirmaron sentirse preocupados, muy preocupados y extremadamente preocupados, 82 (36,1%); 73 (32,2%); y 39 (17,2%), respectivamente. Por otro lado, 28 (12,3%) se sentían poco preocupados y 5 (2,2%) no se sentían preocupados.

Además, se preguntó sobre cuál sería el nivel del impacto en la disminución de los ingresos mensuales de su núcleo familiar debido al COVID-19 y las medidas de prevención. Del total de la muestra de personas encuestadas, 117 (38,9%) declararon que debido al COVID-19 el ingreso mensual de los núcleos familiares tuvo una reducción mayor al 40%; 78 (25,9%) declararon que el ingreso familiar mensual se redujo en un 20% a 40%; para 61 personas entrevistadas (20,3%) no hubo reducción en el ingreso familiar mensual; solo 1 (0,3%) persona declaró que el ingreso mensual de su familia sufrió una reducción total.

También se les preguntó a aquellas personas que informaron que no tenían ingresos durante el período de aplicación del cuestionario si recibían o necesitaban asistencia financiera para cubrir sus gastos. De 186 respuestas, el 42,1% afirmó no necesitar y no recibir ningún tipo de ayuda; el 30,5% contestó que necesitaba de ayuda y la recibía por parte de los familiares; el 23,2% señaló que requería ayuda, pero no recibía ningún tipo de ayuda; por último, el 5,8% afirmó necesitar ayuda y que la recibían por parte de amigos y familiares.

Cuando se les preguntó sobre la necesidad de utilizar sus ahorros personales para enfrentar las medidas implementadas debido al COVID-19, cerca del 56,8% (171) afirmó haber utilizado sus ahorros personales, mientras que el 26,2% (79) de estas personas dijeron que no era necesario usar sus ahorros personales. El 16,9% reportó que no tenían ahorros para ser utilizados en el período de la cuarentena.

En cuanto al uso de las cesantías⁴ para enfrentar las medidas implementadas debido al COVID-19, de las 227 respuestas obtenidas, el 58,6% informó no tener cesantías; el 36,6% señaló no haber sido necesario utilizar sus cesantías; y el 4,8% afirmó utilizar sus cesantías para enfrentar las medidas implementadas debido al COVID-19.

Con respecto al deseo o la necesidad de utilizar créditos con entidades bancarias para enfrentar los problemas generados por COVID-19, 156 (51,8%) dijeron que no; 119 (39,5%) aún no lo sabían; y 26 (8,6%) dijeron que sí. En cuanto a la percepción de lo que los entrevistados creían que sucedería con sus gastos mensuales, 70 (23,3%) creían que estos disminuirían significativamente; 66 (21,9%) a quienes se les reducirían sus gastos moderadamente; 65 (21,6%) consideraron que aumentarían moderadamente; 24 (8%) creían que aumentarían significativamente; 29 (9,6%) que no habría cambios con respecto a sus gastos; y 47 (15,6%) dijeron que todavía no sabían.

Al preguntarse si los individuos creían que las medidas de las autoridades gubernamentales influyeron en su situación económico-financiera, 156 de ellos (51,8%) respondieron que las medidas gubernamentales no habían

⁴Las cesantías en Colombia son una prestación social que los empleadores deben pagar a sus trabajadores como un auxilio al terminar el contrato de trabajo y corresponde a un mes de salario por cada año de servicios y proporcionalmente por fracción de año. (Ley 2663 de 1950 – Artículo 249).

Figura 1: Respuestas de los entrevistados sobre el impacto de las medidas de las autoridades gubernamentales en la situación económico-financiera familiar



Fuente: Resultados de la investigación, 2020.

influido en su situación económica y financiera, mientras que 145 (48,2%) dijeron que sí.

La última pregunta que compuso el cuestionario cuestionó al individuo sobre la manera en que las medidas gubernamentales influyeron en la situación económica y financiera de sus núcleos familiares. Las expresiones más utilizadas se muestran en la Figura 1.

La disminución en el ingreso fue mencionada por la mayoría de los encuestados, la palabra apareció 31 veces. La siguiente es no poder salir de casa para trabajar, según lo declarado por 26 personas. La pérdida de ingresos fue referida por 23 encuestados.

El desempleo fue identificado por 19 personas como una de las principales consecuencias de las medidas gubernamentales en la situación económica y financiera de sus familias. El cierre de sus negocios, el aislamiento social y el aumento de los precios de los productos básicos fueron señalados por 9, 7 y 6 encuestados, ocupando los puestos quinto, sexto y séptimo, respectivamente. El aumento de los gastos, la no recepción de subsidios y la restricción de las clases presenciales ocuparon el octavo lugar en el número de citas, mencionados por 4 personas.

Con respecto a los resultados obtenidos en el ajuste del modelo *Logit* multinomial. Inicialmente, en la Tabla 4, es posible ver las estadísticas descriptivas de las variables explicativas, calculadas para la muestra utilizada en esta investigación.

La categoría de referencia en la variable dependiente elegida para estimar el modelo fue el alto impacto financiero negativo. Por su parte, en las variables explicativas, la Tabla 4 indica que las categorías de referencia en cada una de las variables cualitativas son: Género mujer, interacción edad mujer, estrato socioeconómico bajo, nivel de escolaridad básica, interacción escolaridad básica técnico – tecnólogo y básica profesional, interacción escolaridad estrato bajo, empleado, no impacto gubernamental, disminución en el ingreso inferior al 20% y actualmente con ingresos.

Tabla 4: Estadística descriptiva para las variables explicativas

Variable	Categorías	Promedio	Desviación
Genero	Hombre	0,47	0,500
Edad	Edad, años cumplidos	36,32	12,307
Interacción edad género	Edad – hombre	17,72	20,718
Estrato socioeconómico	Medio	0,56	0,497
	Alto	0,16	0,372
Nivel de escolaridad	Técnico/tecnólogo	0,23	0,419
	Profesional	0,57	0,496
Interacción estrato escolaridad	Medio - Técnico/tecnólogo	0,12	0,330
	Medio – Profesional	0,36	0,482
	Alto - Técnico/tecnólogo	0,01	0,091
	Alto – Profesional	0,14	0,343
Desempleo COVID- 19	Desempleo	0,39	0,488
Interacción desempleo escolaridad	Desempleo - Técnico/tecnólogo	0,13	0,334
	Desempleo – Profesional	0,13	0,339
Impacto medidas gubernamentales	Sí	0,48	0,501
Disminución de los ingresos	Disminución mayor al 20%	0,67	0,472
Ingreso actual	Sin ingresos	0,40	0,492

Fuente: Resultados de la investigación, 2020.

5 Análisis del modelo estimado

A continuación, se describen los resultados del modelo estimado (Tabla A.1 del anexo). El modelo *logit* multinomial estimado a partir del método de máxima verosimilitud, este se controla a partir de la correlación intergrupala de la variable *comuna*, lo que permite calcular y reportar errores estándares más precisos. El modelo, además, satisface el supuesto de independencia de las alternativas irrelevantes, (Tabla A.3 del anexo).

Las probabilidades predichas a partir del modelo ajustado revelan que los individuos encuestados, que residen en Santiago de Cali, presentaron un alto impacto financiero el 43,6% de las veces con una variabilidad de 0,244, mientras el 30,9% presentaron un impacto financiero medio siendo el grupo con la menor variación, 0,151. Por su parte, la probabilidad de tener un bajo impacto se estimó en 25,5% con una variación de 0,238, según se observa en la Tabla 5. Los resultados dejan ver que, aunque la menor probabilidad la obtienen, como era de esperar, los individuos con bajo impacto financiero negativo, los

Tabla 5: Probabilidad estimada para cada categoría

Categoría	Probabilidad	Desviación estándar
Impacto alto	0,436	0,244
Impacto medio	0,309	0,151
Impacto bajo	0,255	0,238
Total	100%	

Fuente: Elaborado por los autores, a partir de los datos de la encuesta.

individuos más estables, desde el punto de vista financiero, se encuentran en el grupo de impacto medio.

La significancia estadística de las variables, como sucede en estos casos, varía entre las diferentes alternativas, siendo la categoría impacto medio la que presenta el mayor número de variables significativas. El modelo explica de forma correcta el 60% de las observaciones (ver Tabla A.1 del anexo). Este resultado, indica que el modelo propuesto tiene una capacidad predictiva moderada y que se ajusta bien a los datos.

5.1 Interpretación de los factores de cambio (*Odds ratio*)

La tabla 6 contiene la estimación de los factores de cambio (*Odds ratio*) de las variables que resultaron significativas en el modelo. Se calcularon diferentes estadísticos: el factor de cambio en el *odds* por una unidad de incremento en X , $\exp(b)$; su medida en términos de porcentaje $(1 - \exp(b)) \times 100$; el cambio en el *odds* por un incremento en la desviación estándar de X , $\exp(bStdX) = \exp(b \times SDdeX)$; y su interpretación en términos de porcentajes.

Al interpretar en términos de la variación de la desviación estándar, los resultados indican que, ante un aumento en la desviación estándar de 0,5 unidades, en la condición de ser hombre, es posible observar variaciones significativas en ambas direcciones del factor de cambio, el impacto financiero negativo puede hacerse más fuerte, pero también puede disminuir, aunque al observar la magnitud del factor de cambio, se observa una mayor propensión a pasar de un impacto financiero bajo o medio a un impacto financiero alto, alcanzando aumentos de 236,7 y 160,1 puntos porcentuales en la desviación estándar, respectivamente.

La edad presenta un comportamiento similar al de los hombres. Un aumento en la desviación estándar de 12,3 unidades indica una mayor tendencia a que los individuos de mayor edad sean más vulnerables y, por tanto, puedan experimentar impactos más altos en su situación financiera.

No obstante, la interacción entre las variables *hombre y edad*, muestra una menor propensión de pasar de un impacto financiero negativo medio o bajo a un impacto alto y, por el contrario, una propensión más marcada a pasar de un impacto financiero negativo alto a un impacto bajo o un impacto medio. Este resultado deja ver que, al separar el efecto de la pandemia sobre los hombres cuya edad está por encima del promedio (36,3 años) de aquellos menores al promedio, se observa una mayor estabilidad financiera a medida que aumenta la edad y, por tanto, una mayor propensión a pasar de un impacto financiero negativo alto a un impacto medio y un impacto bajo de 189,2% y 278,6% unidades de desviación estándar, respectivamente.

Tabla 6: Factores de cambio de las variables estadísticamente significativas

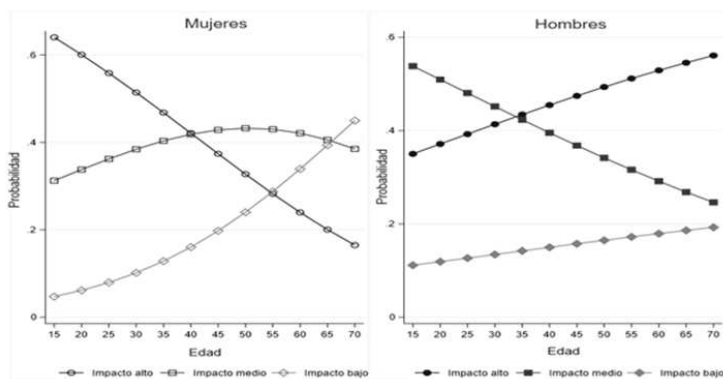
Factores de cambio	Estimador b	e^b Odds	$e^{(bStdX)}$	$(1 - e^b)$ %	$1 - e^{(bStdX)}$ %
Variable: Genero: hombre (d.e.= 0,5)					
Impacto alto vs impacto medio	-1,9168	0,147	0,383	-85,3	-61,7
Impacto alto vs impacto bajo	-2,4266	0,088	0,297	-91,2	-70,3
Impacto medio vs Impacto alto	1,9168	6,799	2,609	579,9	160,9
Impacto bajo vs Impacto alto	2,4266	11,321	3,367	1032,1	236,7
Variable: Edad (d.e.= 12,307)					
Impacto alto vs impacto bajo	-0,0656	0,936	0,446	-6,4	-55,4
Impacto bajo vs Impacto alto	0,0656	1,068	2,243	6,8	124,3
Variable: Interacción: hombre y edad (d.e.= 20,718)					
Impacto alto vs impacto medio	0,0513	1,053	2,892	5,3	189,2
Impacto alto vs impacto bajo	0,0643	1,066	3,786	6,6	278,6
Impacto medio vs Impacto alto	-0,0513	0,95	0,346	-5,0	-65,4
Impacto bajo vs Impacto alto	-0,0643	0,938	0,264	-6,2	-73,6
Variable: Desempleo a causa de la COVID-19 (d.e.= 0,488)					
Impacto alto vs impacto medio	2,2293	9,294	2,968	829,4	196,8
Impacto medio vs impacto alto	-2,2293	0,108	0,337	-89,2	-66,3
Variable: Interacción: Desempleado y técnico - tecnólogo (d.e.= 0,334)					
Impacto alto vs impacto medio	-2,1716	0,114	0,484	-88,6	-51,6
Impacto medio vs impacto alto	2,1716	8,773	2,067	777,3	106,7
Variable: Interacción: Desempleado y profesional (d.e.= 0,339)					
Impacto alto vs impacto medio	-2,1634	0,115	0,480	-88,5	-52
Impacto medio vs impacto alto	2,1634	8,701	2,081	770,1	108,1
Variable: Impacto de las medidas gubernamentales (d.e.= 0,501)					
Impacto alto vs impacto medio	0,7533	2,124	1,458	112,4	45,8
Impacto medio vs impacto alto	-0,7533	0,471	0,686	-52,9	-31,4
Variable: nivel de ingresos actual (d.e.= 0,492)					
Impacto alto vs impacto medio	0,9175	2,503	1,570	150,3	57
Impacto medio vs impacto alto	-0,9175	0,4	0,637	-60,0	-36,3
Variable: nivel de disminución de los ingresos (d.e.= 0,472)					
Impacto alto vs impacto bajo	2,571	13,074	3,368	1207,4	236,8
Impacto medio vs impacto bajo	2,279	9,765	2,934	876,5	193,4
Impacto bajo vs impacto alto	-2,571	0,076	0,297	-92,4	-70,3
Impacto bajo vs Impacto medio	-2,279	0,102	0,341	-89,8	-65,9

Fuente: Elaborado por los autores, a partir de los datos de la encuesta.

La condición de situación de desempleo a causa de la COVID-19 indica que un aumento en la desviación estándar de 0,48 unidades aumenta la propensión a presentar un impacto financiero negativo alto frente a un impacto bajo en una proporción de 196,8 unidades porcentuales de desviación estándar. No obstante, cuando la condición de desempleo interactúa con la variable *escolaridad*, se observa que el efecto sobre el factor de cambio se suaviza un poco, ya que si la persona encuestada se encuentra desempleada, pero presenta nivel educativo de técnico, tecnólogo o nivel profesional, la propensión a presentar un impacto financiero negativo medio es de 106,7 y 108,1 unidades porcentuales de desviación estándar, comparado con aquellas personas que solo presentan niveles de educación primaria o secundaria.

Las variables que miden el efecto sobre las condiciones económicas del hogar son: impacto de las medidas gubernamentales, nivel de ingresos actual y nivel de disminución de los ingresos a causa de la COVID-19. Un aumento en la desviación estándar de estas variables da cuenta de la influencia positiva

Figura 2: Probabilidades predichas interacción entre género y edad



Fuente: Elaborado por los autores, a partir de los datos de la encuesta.

en el factor de cambio a favor de alcanzar un impacto financiero negativo alto frente a un impacto más leve. Las medidas gubernamentales, en el marco de la pandemia, conducen a un impacto financiero negativo alto debido a la disminución de los ingresos de las familias. Por su parte, si el individuo en promedio sufre una disminución en los ingresos superior al 20 por ciento, se observa una mayor propensión a sufrir un impacto financiero negativo alto o un impacto medio frente a un impacto bajo.

Los resultados dejan en evidencia la alta vulnerabilidad de los individuos que respondieron la encuesta en cuanto al impacto financiero negativo que generó la pandemia COVID-19. Los tres tipos de variables analizadas indican que, respecto a los grupos de comparación, solo, en promedio, los hombres con edad superior a 36 años (la edad promedio) y que adicionalmente presentan niveles de escolaridad superior a: técnica, tecnológica o profesional, están en capacidad de afrontar el impacto financiero de la pandemia COVID-19.

5.2 Interpretación de las probabilidades predichas

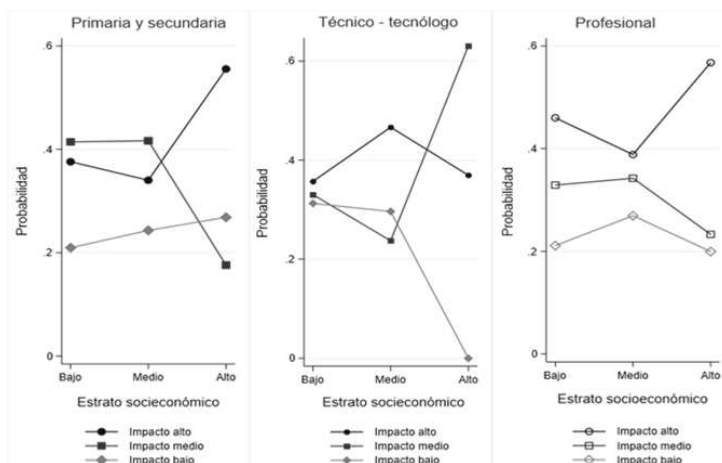
Una forma adicional de interpretar los resultados del modelo estimado es a partir del análisis las probabilidades predichas para ciertas características de interés. En este caso concentramos el interés en el efecto de las variables de interacción incluidas en el modelo.

El Figura 2 describe el comportamiento de la interacción entre el género y la edad. Los comportamientos que se observan en la gráfica están acordes con la interpretación de los factores de cambio, a medida que la edad de los hombres aumenta el impacto financiero negativo se hace más fuerte. Una tendencia similar de los hombres se observa con el impacto financiero bajo, aunque en este caso la tasa de crecimiento de la probabilidad de ocurrencia es muy baja. En cuanto al comportamiento de las mujeres, los cruces de las sendas indica que estos son no significativos y por tanto no se puede afirmar nada.

La interacción entre el estrato socioeconómico y los niveles de escolaridad se muestran en el Figura 3, en estos se observan la forma en que varía la probabilidad de los individuos cuando estos pertenecen a un determinado estrato y han alcanzado un nivel de educación particular.

Las sendas de comportamiento de los individuos con niveles de educación

Figura 3: Probabilidades predichas de la interacción entre estrato socioeconómico y los niveles de escolaridad



Fuente: Elaborado por los autores, a partir de los datos de la encuesta.

básica (primaria o secundaria) o profesional, cuando viven en estrato alto, presentan una probabilidad mucho mayor de presentar un impacto financiero negativo alto, pero si tiene nivel de escolaridad técnico o tecnólogo, la mayor probabilidad está asociada al impacto medio entre quienes pertenecen al estrato alto.

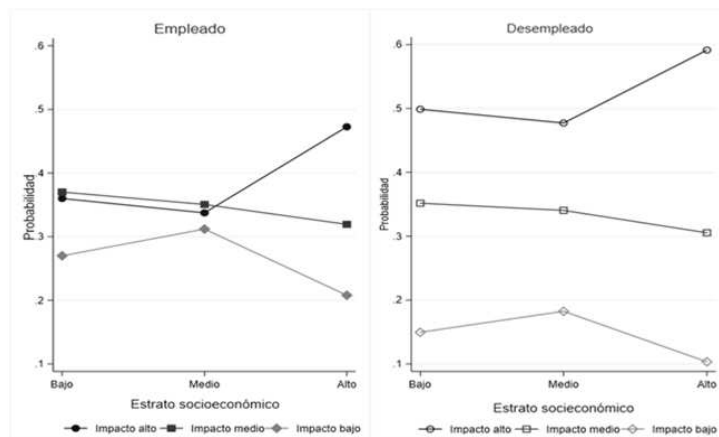
Un bajo impacto financiero negativo se obtiene en general con igualmente baja probabilidad, independiente del nivel de escolaridad y el estrato socioeconómico al que pertenezca la persona.

La evaluación de la Figura 4, que describe las sendas de comportamiento de la interacción entre el estrato socioeconómico y la condición de desempleo a causa de la COVID-19, deja en evidencia el grado de incertidumbre que enfrentan los desempleados, en especial si el individuo reside en un barrio de estrato alto. En este, para quienes tienen un impacto financiero negativo bajo la probabilidad disminuye; pero si, por el contrario, el impacto financiero negativo fue alto, el riesgo de que la situación empeore tiende a incrementarse.

Respecto a los individuos desempleados que residen en barrios de estrato medio o bajo, el modelo predice probabilidades muy similares, lo que indica que el impacto financiero negativo, bien sea alto, medio o bajo, es muy similar para ambos grupos de individuos. En cuanto a los empleados, este grupo igualmente está expuesto al impacto financiero negativo de la pandemia, además con diferencias significativas en la probabilidad según sea el estrato socioeconómico al que pertenece el individuo. Además, aquellas personas que pertenecen al estrato alto están expuestas a un mayor impacto negativo en sus finanzas.

Varios puntos para resaltar: independiente de la condición de empleo, en los estratos socioeconómicos altos es donde se observa la mayor exposición a un alto impacto financiero negativo, pero también se observa la menor probabilidad de enfrentar un impacto bajo. Entre los desempleados es poco probable enfrentar un impacto financiero negativo bajo, independiente de estrato al que pertenezca. Por último, quienes enfrentan un impacto financiero negativo medio, el efecto es muy similar, independiente de la posición laboral o el

Figura 4: Probabilidades predichas de la interacción entre estrato socioeconómico y desempleo a causa de la Covid-19



Fuente: Elaborado por los autores, a partir de los datos de la encuesta.

sector socioeconómico donde viva.

6 Consideraciones finales

El objetivo principal de este estudio fue analizar la percepción del impacto económico y financiero inicial en las familias de Santiago de Cali debido a los efectos de la pandemia COVID-19. Además de obtener información sobre la percepción del impacto que tuvieron las medidas tomadas por las autoridades gubernamentales para mitigar los efectos económicos negativos en la población estudiada.

Con respecto al perfil socio demográfico de la población entrevistada, el 54,8% son mujeres y el 45,2% son hombres, con edades entre los 21 y 30 años (39,5%), en su mayoría solteros (54,2%), sin hijos (56,1%), viven en familias compuestas por cuatro miembros (30,9%), el grado de escolaridad mayoritario corresponde a la educación superior completa (34,9%). En su mayoría trabajan con contrato (38,5%) de los cuales el 31% realizan actividad de teletrabajo. Antes de la pandemia del COVID-19, la mayoría (60) informó que tenían ingresos entre 1 y 2 salarios mínimos legales vigentes. Durante el periodo del COVID-19, la cantidad de personas que confirmaron tener ingresos entre 1 y 2 salarios mínimos se ha reducido para 36, lo que representó una variación del -40%. Aproximadamente 16% (48) indicaron no tener ingresos antes del COVID-19, esa cantidad se elevó sustancialmente en el periodo de la cuarentena, donde 132 personas (44%) declararon no tener ingresos, lo que representó un incremento del 175%.

La disminución en el ingreso fue mencionada por la mayoría de los encuestados, como el principal efecto del impacto en la situación económica y financiera de sus núcleos familiares debido a las medidas gubernamentales, la palabra apareció 31 veces. Lo siguiente es no poder salir de casa para trabajar, según lo declarado por 26 personas. La pérdida de ingresos fue respondida por 23 de los encuestados. El desempleo fue identificado por 19 personas como una de las principales consecuencias de las medidas gubernamentales en la situación económica y financiera de sus familias.

El modelo *logit* multinomial calculado explicó de forma correcta el 60% de las observaciones, indicando que el modelo propuesto tiene una capacidad predictiva moderada y que se ajusta bien a los datos. Con respecto a las probabilidades predichas calculadas, se constató que los individuos encuestados presentaron un alto impacto financiero el 43,6% de las veces con una variabilidad de 0,244, mientras el 30,9% presentó un impacto financiero medio con una variación de 0,151, ese fue el grupo con la menor variación.

Los resultados de la estimación de los factores de cambio de las variables que resultaron significativos, señalaron que, ante un aumento en la desviación estándar de 0,5 unidades en la condición de ser hombre, fue posible observar variaciones significativas en ambas direcciones del factor de cambio: el impacto financiero negativo puede hacerse más fuerte, pero también puede disminuir, aunque al analizar la magnitud del factor de cambio, se observa una mayor propensión a pasar de un impacto financiero bajo o medio a un impacto financiero alto, alcanzando aumentos de 236,7 y 160,1 puntos porcentuales en la desviación estándar, respectivamente.

Los resultados dejan en evidencia la alta vulnerabilidad de los individuos que respondieron la encuesta en cuanto al impacto financiero negativo inicial que generó la pandemia COVID-19. Los tres tipos de variables analizadas indican que, en promedio, solo los hombres con edad superior a 36 años (la edad promedio) y que adicionalmente presentan niveles de escolaridad superior a: técnica, tecnológica o profesional, están en capacidad de afrontar el impacto financiero de la pandemia COVID-19.

Los resultados hallados a través del análisis de las probabilidades predichas revelaron que con relación a la interacción entre el género y la edad a medida que la edad de los hombres aumenta el impacto financiero negativo se hace más fuerte. Con respecto a la interacción entre el estrato socioeconómico y los niveles de escolaridad, se observó que las sendas de comportamiento de los individuos con niveles de educación básica (primaria o secundaria) o profesional, cuando viven en estrato alto, presentan una probabilidad mucho mayor de sufrir un impacto financiero negativo alto, pero si tiene nivel de escolaridad técnico o tecnólogo, la mayor probabilidad está asociada al impacto medio entre quienes pertenecen al estrato alto.

Las sendas de comportamiento de la interacción entre el estrato socioeconómico y la condición de desempleo a causa de la COVID-19 indicaron que, independiente de la condición de empleo, en los estratos socioeconómicos altos, es donde se observa la mayor exposición a un alto impacto financiero negativo, pero también se observa la menor probabilidad de enfrentar un impacto bajo. Entre los desempleados es poco probable enfrentar un impacto financiero negativo bajo, independiente del estrato al que pertenezca. Por último, para quienes enfrentan un impacto financiero negativo medio, el efecto es muy similar independiente de la posición laboral o el sector socioeconómico donde viva.

En conclusión, se considera que este trabajo ha logrado contribuir, en la medida de lo posible, proveyendo elementos para la discusión por parte de los actores sociales sobre el perfil de las políticas públicas esenciales que deberán utilizarse para resolver los efectos negativos causados por la crisis pandémica del Coronavirus. Los autores desean que otros estudios de prospección de escenarios puedan ser realizados por colegas teniendo en cuenta las contribuciones de este estudio, de este modo, se sugiere que, en investigaciones futuras que busquen profundizar la discusión sobre el impacto del COVID-19 en la

realidad económico-financiera de las familias colombianas se desarrolle un enfoque que tenga en cuenta las divergencias espaciales en lo que concierne a Colombia y sus regiones.

Para finalizar, se espera que este trabajo haya sido un valioso aporte para los estudios sobre la realidad económica y financiera de las familias de Santiago de Cali, así como para aquellos sobre la pandemia del COVID-19, el cual ha cobrado miles de vidas y ha derrumbado las economías de todo el mundo.

Referencias

- BARBETTA, Pedro Alberto. *Estatística aplicada às ciências sociais*. 8. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2012. 318 págs.
- BARUA, Suborna. Understanding Coronanomics: The Economic Implications of the Coronavirus (COVID-19) Pandemic. *SSRN Electronic Journal*, 1 abr. 2020. Disponible em: <https://papers.ssrn.com/abstract=3566477>.
- BONET-MORÓN, Jaime et al. *Impacto económico regional del Covid-19 en Colombia: un análisis insumo-producto*. [S. l.], mayo 2020.
- BUSS, Paulo Marchiori y TOBAR, Sebastián. COVID-19 and opportunities for international cooperation in health. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 36, n. 4, 2020.
- COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE — CEPAL. *Coyuntura, escenarios y proyecciones hacia 2030 ante la presente crisis de Covid-19*. 3 abr. 2020. Disponible em: https://www.cepal.org/sites/default/files/presentation/files/coyuntura_escenarios_2030_crisis_covid-19_ab.pdf.
- CONCEIÇÃO, Daniel Negreiros et al. *Pandemia de coronavírus ensina ao mundo a verdade sobre o gasto público*. 23 marzo 2020. Disponible em: <https://www.cartacapital.com.br/economia/pandemia-de-coronavirus-ensina-ao-mundo-a-verdade-sobre-o-gasto-publico/>.
- CUNHA, Dênis Antônio; ARAÚJO, Aracy Alves y LIMA, João Eustáquio. Determinantes do desemprego e inatividade de jovens no Brasil metropolitano. *Revista de Economia e Agronegócio*, v. 9, n. 3, p. 369-392, 2011.
- DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA — DANE. *Estratificación socioeconómica para servicios públicos domiciliários*. 2021. Disponible em: <https://www.dane.gov.co/index.php/servicios-al-ciudadano/servicios-informacion>.
- ILLANES, Elvira Prades y CASAS, Patrocinio Tello. Heterogeneidad en el impacto económico del Covid-19 entre regiones y países del área del Euro. *Boletín Económico, Banco de España*, n. 2, p. 1-18, 2020.
- LENDMAN, Stephen. *Warnings of Economic Depression, 2019*. 2019. Disponible em: <https://www.globalresearch.ca/warnings-economic-depression/5708205>.

- MARTIN, Amory *et al.* Socio-Economic Impacts of COVID-19 on Household Consumption and Poverty. *Economics of Disasters and Climate Change*, v. 4, p. 453-479, 2020.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS — ONU. *Shared Responsibility, Global Solidarity: Responding to the Socio-Economic Impacts of Covid-19*. Relatório PDF do Secretário Geral. 2020. Disponível em: https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/sg_report_socio-economic_impact_of_covid19.pdf.
- PORSSE, Alexandre A *et al.* *Impactos econômicos da COVID-19 no Brasil*. Curitiba, 2020. Disponível em: <https://nedur.ufpr.br/wp-content/uploads/2020/04/nota-tecnica-nedur-ufpr-01-2020-impactos-economicos-da-covid-19-no-brasil.pdf>.
- RODRÍGUEZ-PINZÓN, Érika. Colombia: Impacto económico, social y político de la COVID-19. *Análisis Carolina*, n. 24, página(1-14), 2020.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION — WHO. *Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19*. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19--11-march-2020>.

Apéndice A

Tabla A.1: Estimación modelo *logit* multinomial

VARIABLES	Impacto medio	Impacto bajo
Género: hombre	1,917** (0,807)	2,427*** (0,792)
Edad	0,0285 (0,0228)	0,066*** (0,023)
Interacción hombre edad	-0,0513** (0,0214)	-0,064*** (0,021)
Estrato medio	0,213 (0,928)	0,405 (0,958)
Estrato alto	-1,712 (1,148)	-0,517 (1,485)
Nivel básico (primaria, secundaria)	-1,095 (1,102)	0,00582 (1,202)
Nivel técnico tecnólogo	-1,436 (1,156)	-0,928 (1,458)
Interacción estrato medio técnico tecnólogo	-0,880 (1,084)	-0,851 (0,988)
Interacción estrato medio profesional	0,0556 (1,119)	0,200 (1,300)
Interacción estrato alto técnico tecnólogo	2,215 (2,355)	-11,46*** (1,577)
Interacción estrato alto profesional	1,091 (1,397)	0,129 (1,782)
Desempleo	-2,229** (0,966)	-1,842* (1,025)
Interacción desempleo técnico tecnólogo	2,172** (1,022)	0,878 (1,241)
Interacción desempleo profesional	2,163** (1,090)	0,786 (1,120)
Impacto medidas del gobierno	-0,753** (0,362)	-0,587 (0,546)
Disminución de los ingresos	-0,292 (0,468)	-2,571*** (0,400)
Ingresos actuales	-0,917* (0,501)	-0,186 (0,714)
Constante	1,116*** (1,317)	-0,212 (1,129)
Observaciones	243	243

Fuente: Elaborado por los autores, a partir de los datos de la encuesta.

Errores estándar robustos entre paréntesis

*** $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$.

Tabla A.2: Proporción de predicciones correctas

Predichas	Observadas			Total
	Impacto alto	Impacto medio	Impacto bajo	
Impacto alto	74	32	15	121
Impacto medio	19	29	4	52
Impacto bajo	13	14	43	70
Total	106	75	62	243

Fuente: Elaborado por los autores, a partir de los datos de la encuesta.

Tabla A.3: Prueba de Hausman del supuesto IIA (N=243)

Ho: Odds(categoría-J vs categoría-K) son independientes de las otras alternativas			
Categoría	Estadístico chi2	Grados de libertad	Probabilidad
Impacto alto	2,922	9	0,967
Impacto medio	11,999	16	0,744
Impacto bajo	0,815	5	0,976

Fuente: Elaborado por los autores, a partir de los datos de la encuesta.

Informações aos autores

Objetivo e escopo

A ECONOMIA APLICADA é uma publicação trimestral do Departamento de Economia da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, com uma linha editorial voltada exclusivamente para artigos científicos em economia aplicada. Tem por foco a publicação de trabalhos de análise econômica aplicada a problemas específicos, tanto de interesse do setor público como privado, e que contenham, particularmente, estudos quantitativos, cujos resultados possam aproximar a teoria da realidade. A interação entre trabalho empírico e teoria, análise e política econômica é, portanto, um importante diferencial da revista. A revista ECONOMIA APLICADA coloca-se como um espaço aberto para toda a comunidade acadêmica, nacional e internacional.

Política editorial

Os artigos submetidos são avaliados inicialmente pelos Editores quanto a sua adequação à linha editorial da Revista. Uma vez aceita a submissão, o artigo é encaminhado para avaliação por pareceristas designados pelos Editores, no sistema double-blind.

Apresentação de Artigos

Os artigos submetidos para avaliação devem obedecer às seguintes normas:

1. Apresentar ineditismos no país e no exterior
2. Na primeira página devem constar o título do artigo, nome dos autores com endereço para contato e afiliação institucional, resumo com até 100 palavras em português e inglês, palavras chave, em português e inglês e classificação JEL.
3. Na versão para “avaliação”, basta um arquivo no formato pdf com todas as equações, tabelas e figuras no corpo do texto, e referências no final.
4. Caso o artigo venha a ser aceito para publicação, a equipe da revista contatará os editores para as atividades de editoração. Nessa ocasião serão requeridos os seguintes arquivos:
 - Arquivo fonte no formato \LaTeX .
 - Arquivo de referências bibliográficas no padrão \BibTeX .
 - Arquivo com as figuras em formato TIFF ou EPS.
 - Planilha eletrônica com todas as tabelas.

Responsabilidade e Direitos Autorais

Os autores que submeterem ou tiverem o artigo aceito para publicação na Revista ECONOMIA APLICADA declaram:

- Ter participado da concepção do artigo para tornarem públicas suas responsabilidades pelos seus conteúdos, que não omitiram quaisquer ligações ou acordos de financiamento entre autores e companhias que possam ter interesse na publicação deste artigo.
- Que o manuscrito é inédito e que o artigo, em parte ou na íntegra, ou qualquer outro artigo com conteúdo substancialmente similar, de sua autoria, não foi enviado à outra revista e não o será enquanto sua publicação estiver sendo considerada pela revista ECONOMIA APLICADA, que seja no formato impresso ou no eletrônico, exceto o descrito em anexo.
- Que a revista ECONOMIA APLICADA passa a ter os direitos autorais para a veiculação dos artigos, tanto em formato impresso como eletrônico a eles referentes, os quais se tornarão propriedade exclusiva da ECONOMIA APLICADA. É permitida a reprodução total ou parcial dos artigos desta revista, desde que seja explicitamente citada a fonte completa.

ISSN 1980-5330



The Brazilian Journal of Applied Economics is a quarterly publication of the Departments of Economics of the FEA-RP of the University of São Paulo. The published papers are sole responsibility of the author(s). As the author(s) send a manuscript for submission to the Journal they tacitly agree that, if accepted for publication, the copyright of the material will be transferred to the ECONOMIA APLICADA (BRAZILIAN JOURNAL OF APPLIED ECONOMICS). The Journal may then publish the material in paper and electronic formats that will be exclusive property of the ECONOMIA APLICADA (BRAZILIAN JOURNAL OF APPLIED ECONOMICS). The publication of the whole papers or parts of it is permitted as long as the source is explicitly mentioned. This journal, in its online version, has several indexers, whose updated list can be found on the journal's website at Portal Revistas USP.

Secretary: Juliana de Freitas Vitória.

Cover: Christof Gunkel.

Linguistic revision (portuguese and english): Iulo Feliciano Afonso (Solution Translations Eireli — Epp)

Diagramming: Beatriz Porfirio Germin.

Mailing Address

Revista Economia Aplicada, Departamento de Economia, FEA-PR/USP

Avenida do Bandeirantes, 3900, Ribeirão Preto, SP.

CEP 14040-905

Telefone: (0xx16) 3315-0407

email: revecap@usp.br

Website: <https://www.revistas.usp.br/ecoa>

Editor

Eliezer Martins Diniz

Associate Editors

Edson Zambon Monte	Eliezer Martins Diniz
Fernando Antonio de Barros Júnior	Reynaldo Fernandes
Sergio Naruhiko Sakurai	

Editorial Board

Affonso Celso Pastore USP	Carlos Roberto Azzoni USP
Cássio F. Camargo Rolim UFPR	Cláudio Monteiro Considera UFF
Clélio Campolina Diniz CEDEPLAR	Denisard C. de Oliveira Alves USP
Eleuério F. S. Prado USP	Fernando de Holanda Barbosa FGV/RJ, UFF
Francisco Anuatti Neto USP/RP	Geoffrey J. D. Hewings University of Illinois
Geraldo Sant'ana de Camargo Barros ESALQ/USP	Gustavo Maia Gomes IPEA
José Marcelino da Costa NAEA/PA	José A. Scheinkman Princeton University
Lízia de Figueirêdo UFMG	Marcelo Portugal UFRGS
Maria José Willumsen Florida International University	Márcio Gomes Pinto Garcia PUC/ RJ
Mário Luiz Possas UFRJ	Paulo César Coutinho UnB
Paulo Nogueira Batista Júnior FGV/SP	Pedro Cesar Dutra Fonseca UFRGS
Pedro Luiz Valls Pereira FGV/SP	Pierre Perron Boston University
Ricardo R. Araújo Lima UnB	Roberto Smith UFCE
Rodolfo Hoffmann ESALQ/USP	Rogério Studart UFRJ
Russell E. Smith Washburn University	Sérgio Werlang FGV/RJ
Tomás Málaga FGV/SP	Victor Bulmer-Thomas University of London
Wilson Suzigan Unicamp	