

Efetividade do Programa Ciência Sem Fronteiras em Alta Qualificação e Internacionalização do Ensino Superior Brasileiro

Gerrio dos Santos Barbosa *
gerriosantos@gmail.com

Aléssio Tony Cavalcanti de Almeida †
alessiotony@gmail.com

Wallace Patrick Santos de Farias ‡
wpsfarias@gmail.com

Jesús Pascual Mena Chalco §
jesus.mena@ufabc.edu.br

Resumo

O presente estudo tem o objetivo de avaliar o impacto do Ciência sem Fronteiras (CsF) sobre a produção acadêmica em termos quantitativos (número de publicações) e qualitativos (número de publicações por classificação da Capes), usando o método de balanceamento por entropia combinado ao modelo de regressão linear. Para isso, faz-se uso de diversas bases de dados (como os currículos da Plataforma Lattes), para construir os indicadores de respostas e algumas covariadas, inclusive as que influenciam a autosseleção dos bolsistas do CsF. O grupo de tratados é composto por bolsistas do CsF da modalidade doutorado sanduíche e o grupo de não tratados são bolsistas que realizaram o doutorado no Brasil (sem participação no CsF), sendo o período de ingresso de ambos os grupos de 2011 a 2016. Os resultados principais estimados apontaram que os bolsistas do CsF não se diferenciam daqueles não beneficiados pelo Programa em termos de produtividade acadêmica, seja em relação aos vários indicadores de quantidade de publicações e patentes ou no tocante a qualidade das publicações. Os resultados nas aplicações de estimações para robustez e heterogeneidades são mantidos, porém, há alguns indicadores em que os bolsistas doutorandos no Brasil apresentam maior produtividade do que os bolsistas contemplados pelo CsF.

Palavras-chave: Impacto. Ciência sem Fronteiras (CsF). Entropia.

Abstract

The present study aims to assess the impact of Science without Borders (SwB) on academic production in quantitative (number of publications) and qualitative terms (number of publications per Capes classification), using the entropy balancing method combined with the linear regression model. For this, several databases are used (such as the Lattes Platform curriculum) to build the response indicators and some covariates, including those that influence the self-selection of CwF scholarship holders. The treated group is composed of SwB

*OFB–Seplag-CE

†Professor Dr. UFPB.

‡Professor Dr. UFPB.

§Professor Dr. UFABC.

scholarship holders of the sandwich doctorate modality and the non-treated group is scholarship holders who completed their doctorate in Brazil (without participation in CsF), with the entry period for both groups from 2011 to 2016. The estimated main results showed that SwB scholarship holders do not differ from those not benefited by the Program in terms of academic productivity, so much concerning the various indicators of the number of publications and patents or in terms of the quality of publications. The results in the application of estimates for robustness and heterogeneity are maintained, however, there are some indicators in which the doctoral scholarship holders in Brazil present higher productivity than the scholarship holders contemplated by the SwB.

Keywords: Impact. Science without Borders (SwB). Entropy.

JEL Codes: C01, I2, O38.

1 Introdução

O investimento para formação de recursos humanos com alto nível de qualificação em pesquisa e desenvolvimento (P&D) é tido como um fator determinante para o processo de inovação e crescimento econômico de longo prazo (Jaffe 2002, Jacob & Lefgren 2011b, Pece et al. 2015). No mundo, embora exista uma tendência recente de desaceleração dos gastos públicos na área, os governos ainda detêm uma parcela expressiva de investimentos no setor de P&D. Já no Brasil, por exemplo, apenas o Governo Federal teve um gasto na área de ciência e tecnologia de mais de 37 bilhões de reais em 2015, um valor correspondente a 0,62% do PIB (Koeller et al. 2016).

Dentre os níveis de ensino, aquele que recebe maior notoriedade na discussão sobre P&D é a pós-graduação (Guimarães & Humann 1995), que tem como objetivo formar capital humano especializado e produzir conhecimento que contribua para o desenvolvimento social, tecnológico e cultural. De acordo com dados do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) do Brasil¹, no ano de 2015, o gasto público (estadual e federal) apenas com esse nível de ensino foi superior a R\$ 17 bilhões. Em relação ao programa CsF, o relatório do (Sen 2015) mostrou que o total gasto de 2012 até novembro de 2015 chegou a R\$ 10,5 bilhões para uma concessão de 101.446 bolsas (perfazendo uma média de R\$ 103 mil por estudante), sendo 66% deste montante repassado pelo Ministério da Educação e 34% pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Segundo (Rosso Manços & de Souza Coelho 2017, Athayde & Barbosa 2019), até agosto de 2015, o CsF acumulava R\$ 6,4 bilhões em investimentos com recursos públicos e entre 2011 e 2016 esses valores chegaram em torno de R\$ 13,2 bilhões.

De acordo com (Guimarães & Humann 1995), a pós-graduação no Brasil consolidou-se apenas a partir dos anos de 1970, quando passou a receber mais recursos de programas governamentais. Com base nas informações do MCTIC, o Brasil teve um crescimento de mais de 400% no número de mestres e doutores entre 1998 e 2016. Outro dado para contextualizar o papel dos investimentos públicos nesta modalidade de educação, é relacionado ao investimento em bolsas de estudos para programas de pós-graduação, que conforme a execução orçamentária da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes)², cresceu 936% entre 2004 e 2016. Essa mesma tendência ocorreu para as bolsas no Brasil e no exterior, que cresceram 526% e 78%, respectivamente, no mesmo período. No Brasil, há uma tentativa de expansão de alta qualificação, sobretudo no nível de doutorado. Contudo, somente 0,2% da população adulta (pessoas entre 25 e 64 anos) alcança o doutorado, colocando o país na 33^a posição em um ranqueamento de 35 países, ficando a frente do México e da Indonésia, ambos com 0,1% ou menos, enquanto Eslovênia e Suíça apresentam mais de 3% da sua população adulta com doutorado e os países da OCDE com uma média de 1.1%. Em relação aos gastos com instituições, 80% são concentrados em mestrados e doutorados, com aumento de 19% entre 2010 e 2016, porém, a OCDE apresenta gastos superiores (OCDE 2019).

O programa CsF nasceu da perspectiva de alavancar a internacionalização e a produtividade acadêmica do ensino superior brasileiro. Contudo, as metas estipuladas para oferta de bolsas no início do CsF para cada modalidade ao longo do tempo foram cumpridas somente para graduação, onde o país enviou 5 mil estudantes a mais nessa modalidade. Por outro lado, na pós-graduação, 18 mil bolsas não foram atendidas conforme o cronograma inicial. Em termos percentuais, o Brasil beneficiou a graduação com 8% a mais de bolsistas, comparado ao total planejado. O

¹Esses dados podem ser consultados em http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/recursos_aplicados/indicadores_consolidados/2_1_3.html, acesso em 20 jul. 2018.

²Dados disponíveis em <http://capes.gov.br/orcamento-evolucao-em-reais>, acesso em 20 jul. 2018.

pós-doutorado, o doutorado pleno e o doutorado sanduíche ³ contemplaram 76%, 65% e 61%, respectivamente, quando comparado aos quantitativos de bolsistas que deveriam ser beneficiados com o programa. Já a atração de pesquisadores inciantes e jovens talentos obtiveram um pior retrospecto na oferta de bolsas, sendo cumpridas 36% e 25% do total programado, respectivamente (Rivas & Mullet 2016).

Os programas ofertados que abrangem a formação da pós-graduação mantidos pelas agências de fomento no exterior são os programas de mestrado pleno, doutorado pleno, doutorado-sanduíche e o de pós-doutorado. Com a missão de contemplar as diversas áreas do conhecimento e destinar-se aos candidatos com alto desempenho acadêmico, os programas buscam ampliar o nível de colaboração e publicações com parcerias entre os pesquisadores que atuam no país e no exterior, visando a internacionalização da produção científica do Brasil. A hipótese é que a ampliação do acesso de pesquisadores brasileiros nos grandes centros internacionais de excelência pode proporcionar o aumento da produção acadêmica tanto em termos quantitativos quanto qualitativos, ou seja, aprimorando essa produção para alcançar periódicos de alto fator de impacto.

Diante do exposto, há uma compreensão de que os investimentos na alta qualificação funcionam como um motor potencial de desenvolvimento nacional, sobretudo nos fatores associados a formação de capital humano qualificado e novas tecnologias criadas por meio das habilidades melhoradas em Programas de intercâmbios internacionais. Nesse sentido, o programa CsF gerou discussões a respeito da efetividade de seus investimentos em relação aos retornos na produção acadêmica dos seus beneficiários. Portanto, o objetivo da presente pesquisa é realizar uma avaliação de impacto do CsF sobre a produção acadêmica dos beneficiários em termos quantitativos e qualitativos. De forma mais clara, busca-se responder o seguinte questionamento: o quão produtivo são os bolsistas do CsF com intercâmbio internacional quando comparados aos bolsistas com doutoramento completo no Brasil?

Para atingir os objetivos estipulados será utilizada uma metodologia de balanceamento por entropia combinada ao método de mínimos quadrados ordinários. Ademais, serão construídas duas bases de dados que possibilitam avaliar a produção acadêmica no quesito quantitativo (volume de publicações e quantidade de patentes) e qualitativo (publicações em periódicos classificados com maiores fatores de impactos).

A literatura internacional existente sobre a economia da ciência está concentrada na investigação dos determinantes da produção científica e do papel do financiamento da pesquisa no aumento da produtividade em ciências e tecnologia (Jacob & Lefgren 2011a,b). No território nacional, ainda são escassos estudos que analisam de forma empírica os indicadores de produção acadêmica de pesquisadores de pós-graduação filiados as instituições de ensino e pesquisa do país. A grande maioria dessa literatura nacional focaliza a análise de forma específica em um curso, programa de pós-graduação, área do conhecimento, (Azzoni 2000, Issle & Pillar 2002, Issler & Ferreira 2004, Novaes 2008, Miranda et al. 2013, Gaspar & Campos 2015, Haddad et al. 2016) ou verificam efeitos do financiamento (como os Fundos Setoriais) sobre a produção acadêmica em termos quantitativos (Kannebley-Júnior et al. 2013).

O estudo em questão contribui ao realizar uma avaliação do programa CsF utilizando técnicas econométricas de quase-experimentos, levando em consideração a quantidade e a qualidade das publicações. Além do mais, este é o maior programa de mobilidade acadêmica e internacio-

³Baseado nas informações do CsF: o pós-doutorado é um estágio que desenvolve projetos de inovação e tecnologia, realizado no exterior, com duração de 6 a 12 meses (com prorrogação até 24 meses); o doutorado pleno é a formação de doutores no exterior, cujo bolsista pode ficar até 48 meses; o doutorado sanduíche é a formação parcial de doutores no exterior, porém, mantendo vínculo com uma universidade brasileira, cujo bolsista pode ficar de 3 a 12 meses (exceto pela co-tutela, que o bolsista pode permanecer até 24 meses).

nalização do país e um dos maiores do mundo, envolvendo um volume de recursos considerável. Por fim, em relatório da Comissão de Ciências, Tecnologia, Inovação, Comunicação e Informática, o (Sen 2015) sugeriu a manutenção do programa e a criação de legislação que tornasse o CsF uma política de Estado, recomendando uma maior atenção a internacionalização/mobilidade da pós-graduação em detrimento da graduação.

Além da presente introdução, a pesquisa apresenta a descrição do programa CsF e as evidências empíricas nas seções dois e três, respectivamente. Os métodos e as descrições dos dados aparacem na quarta seção e os resultados das estimações na quinta seção. Por fim, a seção sexta encerra com as conclusões.

2 Programa CsF

O CsF é um programa de Mobilidade Científica do Governo Federal instituído pelo [Decreto Federal 7.642, de 13 de Dezembro de 2011](#) (Brasil 2011). O programa foi modelado com base no *U.S 100.000 Strong Initiative*, criado em 2009 pelos Estados Unidos. O CsF é considerado a maior iniciativa de programa internacional realizada pelo Brasil, contudo, ocorreram algumas divergências quanto ao público alvo. De acordo com (Castro et al. 2012), algumas universidades brasileiras defendiam a aplicação de recursos na pós-graduação, enquanto outras pretendiam criar uma cultura de estudar no exterior entre os estudantes de graduação.

O CsF buscou consolidar, expandir e internacionalizar a ciência e a tecnologia, a inovação e a competitividade brasileira por meio do intercâmbio e da mobilidade internacional, além de estimular as pesquisas nas instituições brasileiras às melhores experiências internacionais. A iniciativa foi um esforço de dois órgãos públicos, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e o Ministério da Educação (MEC) — sendo o MEC representado por suas instituições de fomentos Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Capes e Secretaria de Ensino Superior e de Ensino tecnológico. Os objetivos mais específicos do CsF eram: (i) a formação de capital de alta qualificação nas melhores universidades e instituições de pesquisas do exterior; (ii) promover a internacionalização da ciência e tecnologia nacional; (iii) estimular inovação por meio das pesquisas científicas; (iv) aumentar a quantidade e qualidade de discentes nas áreas *STEM* (do inglês, *Science, Technology, Engineering and Math*) para promover melhoramento da indústria doméstica.

Segundo relatório de (Sen 2015)⁴, o programa contava com um Comitê de Acompanhamento formado por um representante das seguintes instituições: Casa Civil da Presidência da República; MEC, MCTI, Ministério das Relações Exteriores (MRE); Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC); Ministério da Fazenda (MF); Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG). Por fim, as entidades privadas que participavam do financiamento tinham quatro representantes no comitê. Ainda foi formado o Comitê Executivo, por um membro da Casa Civil, um do MEC, um do MCTI, um do MRE, o presidente do CNPq e o presidente da Capes. O objetivo do primeiro Comitê era de caráter subjetivo (como avaliar, implementar e divulgar novas ideias e o desempenho do CsF), por outro lado, o segundo foi responsável pelas burocracias e logísticas de execução e financiamento do CsF.

A meta inicial do CsF era fornecer 101.000 mil bolsas, com 75 mil financiadas pelo Governo Federal e 26 mil pela iniciativa privada, dividida nas seguintes modalidades: doutorado sanduíche, doutorado pleno, pós-doutorado, graduação sanduíche, desenvolvimento tecnológico e inovação (no exterior), atração de jovens talentos e pesquisador visitante especial (no Brasil). Portanto, o CsF

⁴Relatório N° 21, de 12 de Dezembro de 2015.

buscou não só enviar pesquisadores para o exterior, mas também receber pesquisadores de outros países para desenvolverem suas pesquisas no território nacional.

Baseado em estudos realizados pela Secretaria de Ensino Superior do MEC, o MDIC e Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) — que considerava as experiências internacionais e os investimentos atuais e futuros — escolheu-se 18 áreas de ensino prioritárias⁵ e apontadas como estratégicas na formação de tecnologia e inovação.

O Governo justificou a escolha dessas áreas centrais como a necessidade de investir na melhoria da qualidade e quantidade de discentes frequentando cursos de excelência, principalmente cursos da área *STEM*, o que se apresenta como uma medida de curto prazo. Em relação aos objetivos de longo prazo, a expectativa era desenvolver um canal de talentos e bons profissionais para atuarem nas indústrias nacionais e na produtividade do país, o que pode ser classificado como um instrumento de retorno dos investimentos em alta qualificação.

Com relação a parcerias, os CsF possuía diversos países e instituições de ensino, intercâmbio e institutos de pesquisa no mundo. O programa disponibilizava um espaço online para facilitar o acesso as informações sobre os parceiros, além de atualizar novos acordos com países e instituições.

O doutorado sanduíche, foco da avaliação da presente pesquisa estabeleceu alguns critério de seleção: o candidato do CsF devia ser matriculado em doutorado no Brasil, não ser aposentado, ter proficiência do idioma da instituição de destino (inclusive, o orientador do exterior assinava documento reconhecendo o domínio do bolsista como adequado a desenvolver as atividades necessárias), apresentar documento de anuência do orientador no Brasil e do exterior, ter naturalidade brasileira e/ou com visto permanente no Brasil, não ter outra bolsa financiada pelo Tesouro Nacional e projeto de pesquisa dentro das áreas prioritárias. Essa modalidade tinha duração de 3 a 12 meses, que somado ao doutorado iniciado no Brasil chegasse ao máximo de 48 meses, exceto pela co-tutela, que poderia ser estendido até 24 meses, conforme acordo entre a universidade do país e a do exterior.

3 Produtividade Acadêmica

A pesquisa moderna sobre economia da educação começou a partir da década de 1950, onde (Becker 1962, Schultz 1961, 1967), (Mincer 1974) já a consideravam como um campo geral de investimentos em capital humano. De modo que (Becker 1962) define capital humano como o conjunto de capacidades produtivas dos seres humanos formadas pelas habilidades, conhecimentos e atitudes que geram resultados em uma economia. Dessa forma, o investimento em educação refere-se a aquisição de conhecimentos e habilidades, onde os indivíduos aumentam sua produtividade, empregabilidade e rendimento. Consequentemente, o referido investimento acarreta na sociedade tanto um progresso na forma do bem-estar social, quanto na inovação tecnológica (Schultz 1971). Dessa forma, (Becker 1962) afirmou que quanto maior o nível de educação, maior será o desenvolvimento e a produtividade. Dito de outra forma, os indivíduos com maiores habilidades irão adaptar-se com mais facilidade as novas tecnologias e tornarão os serviços altamente qualificados. O autor afirmou ainda que é possível observar o diálogo interno entre a teoria do capital humano sobre a economia da educação e uma interação dinâmica com a análise empírica.

Ante isso, tendo por base esse arcabouço teórico, o propósito desta pesquisa apresenta como alvo principal o debate do investimento em capital humano por meio do mais alto nível de escolaridade, o doutorado, sobre o nível de produtividade científica dos pesquisadores vinculados às instituições de ensino e pesquisa do Brasil. Contudo, a falta de consenso na literatura acerca da

⁵Essas áreas foram estabelecidas formalmente pela [Portaria Interministerial nº 1, de 09 de Janeiro de 2013](#).

produção científica sobre a melhor maneira de avaliar a produtividade dos pesquisadores torna a avaliação do desempenho científico uma tarefa complexa e desafiadora (Haddad et al. 2016). Dessa forma, foram explorados nesta seção de revisão da literatura trabalhos teóricos e empíricos sobre essa temática no Brasil, com o escopo de fazer um panorama geral dos resultados já documentados para o país.

Na busca por avaliar a produção internacional dos pesquisadores e dos departamentos de economia no Brasil em dois períodos distintos, 1969-2001 e 1995-2001, (Issle & Pillar 2002) levaram em consideração além dos indicadores de impacto das publicações, o número de co-autores em cada artigo e o tamanho do mesmo. Utilizando como base de dados apenas os departamentos pertencentes aos centros afiliados à Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia (ANPEC), os autores concluíram que o grupo com os melhores departamentos em economia eram compostos por 6 centros, dentre os quais, os dois primeiros foram ocupados por instituições privadas. Apesar de serem instituições relativamente pequenas quando comparadas as universidades públicas, as mesmas apresentaram em torno de 75% da produção total dos departamentos brasileiros. Por fim, afirmaram que os departamentos ainda tinham um enorme caminho a percorrer caso pretendessem se igualar aos grandes centros.

Já (Issler & Ferreira 2004) avaliaram os departamentos e os pesquisadores dos cursos de economia no Brasil a partir das citações recebidas em trabalhos científicos internacionais. Assim como os periódicos nacionais, os periódicos internacionais citantes tinham qualidades diferentes, dessa forma, os autores ponderaram as citações de acordo com o seu grau de impacto. Foram consideradas as citações ocorridas entre 1945 e 2002 no mecanismo de busca *Web of Science*. Partindo da ideia implícita de que quanto maior a qualidade acadêmica de um pesquisador mais citado ele será, os autores encontraram que tanto os departamentos quanto os pesquisadores que predominam suas produções nas áreas quantitativas receberam uma parcela maior das citações internacionais.

No estudo de (Castro 2005) foi analisada a influência dos cursos de pós-doutorado sobre a produção científica dos docentes atuantes nos programas de pós-graduação da Universidade de São Paulo (USP). As grandes áreas de concentrações pesquisadas foram Ciências Biológicas, Engenharias, Ciências Exatas e da Terra e Ciências da Saúde, com 198 docentes com e sem pós-doutorado e 86 docentes antes e após terminar o pós-doutorado. Os resultados apontaram que docentes da USP com pós-doutorado aumentavam suas publicações internacionais (sobretudo com classificação Qualis A), evidenciando que a produção era maior para os docentes que cursaram o estágio fora do país.

(Novaes 2008) faz uma avaliação empírica sobre os conflitos existentes entre quantidade e qualidade nas pesquisas científicas em economia no Brasil. Através de uma comparação entre as informações de 94 pesquisadores brasileiros e 1.209 pesquisadores de 54 programas de pós-graduação americanos em economia referentes aos anos entre 1999 e 2004, o autor encontrou que as publicações internacionais dos pesquisadores brasileiros são pequenas quando comparadas as pesquisas dos americanos. Não obstante, foi observado que o total médio da produção no Brasil é estatisticamente maior, evidenciando um foco para aumentar o número de publicações em detrimento da qualidade.

(Gaspar & Campos 2015) analisam a produção científica dos doutores egressos do Programa de Pós-graduação em Administração da Universidade de São Paulo (USP). Com uma base de dados composta de 226 doutores egressos no período de 2001 a 2010, os autores buscaram medir a produção científica por meio das publicações nos respectivos currículos Lattes. Os resultados verificaram um aumento significativo na produtividade dos doutores em administração após a conclusão do curso, o que evidencia o fortalecimento do pesquisador doutor recém-formado.

Por fim, (Haddad et al. 2016) propuseram um Índice Multidimensional de Desempenho Científico (IMDC) para captar as diferentes formas da produção acadêmica dos professores-pesquisadores vinculados aos programas de pós-graduação em economia no Brasil. Por meio dos dados curriculares oriundos das informações extraídas da Plataforma Lattes, utilizados como instrumentos para avaliação do desempenho científico dos pesquisadores, construíram um painel composto por 2.312 observações relacionados a 15 indicadores correspondentes aos 578 docentes em quatro triênios de 2004 a 2015. Concluíram que os professores com maior impacto na pesquisa adotam uma estratégia equilibrada entre quantidade, qualidade e colaboração científica.

4 Base de Dados e Estratégia Empírica

4.1 Estratégia Empírica

O principal objetivo dessa abordagem é testar se a hipótese de que a alta qualificação no exterior financiada pelo CsF tem efeitos ou não sobre a produtividade desses pesquisadores. As análises serão executadas com os bolsistas de doutorados sanduíches que realizaram intercâmbio internacional pelo programa CsF (grupo de tratados) versus os bolsistas do CNPq que cursaram o doutorado completo em território nacional (grupo de não tratados).

Na perspectiva de observar alterações nos impactos de tratamento em algumas variáveis de resultados observados, os resultados potenciais são usados para definir esses parâmetros que possibilitam examinar os efeitos experimentais ou quase experimentais em Programas/Políticas. A primeira formalização desses efeitos foi de (Rubin 1974), explicando que experimentos não aleatorizados bem controlados com variáveis observáveis podem oferecer resultados similares a experimento aleatórios.

Se o CsF tivesse sido desenhado de forma aleatória, seria necessário apenas uma diferença de média para o cálculo do impacto entre os candidatos participantes contra os não participantes do programa. Contudo, no CsF, os candidatos mais qualificados tinham maiores chances de receberem bolsas, o que pode ter influenciado a produtividade futura (Jacob & Lefgren 2011a,b).

O impacto médio do programa sobre os participantes pode ser visualizado como $\mathbb{E}[Y_{i1} - Y_{i0} | T = 1]$, onde Y_{i1} é o resultado de interesse; Y_{i0} é o resultado do mesmo indivíduo caso não fosse beneficiado pelo programa e T é uma variável que assume valor igual a 1 quando o indivíduo faz parte do grupo de tratados e 0 caso contrário.

O problema empírico de avaliação de impacto é a ausência de dados contrafactuais, uma vez que $\mathbb{E}[Y_{i0} | T = 1]$ não é observado, ou seja, não é possível avaliar o resultado de interesse do mesmo indivíduo que foi beneficiada pelo CsF caso não tivesse sido beneficiado. Assim, só é possível observar $\mathbb{E}[Y_{i1} | T = 1]$ e $\mathbb{E}[Y_{i0} | T = 0]$. De acordo com (Holland 1986), esse é o "problema fundamental de inferência causal", onde o indivíduo pode ser somente o tratado ou o não tratado, jamais os dois ao mesmo tempo. Na mesma direção, (Imbens & Wooldridge 2009) argumentaram que o foco da avaliação de políticas está sobre a endogenia e autosseleção.

Nesse sentido, a estratégia adotada será encontrar no grupo de não tratados os melhores contrafactuais que melhor possam ser comparados ao grupo de tratados, assim, a única diferença entre os dois grupos deve ser a intervenção. Para isso, usa-se um método de pré-processamento de dados para alcançar o equilíbrio por meio das covariáveis em estudos observacionais com tratamento binário, conhecido como balanceamento por entropia (Hainmueller 2012).

4.2 *Balanceamento por Entropia*

Na busca de uma maior homogeneidade dos grupos da amostra na tentativa de isolar os efeitos do programa, o presente estudo aplica um modelo não paramétrico e multivariado de balanceamento por entropia, que possibilita um ajustamento entre os grupos, proporcionando um balanceamento perfeito com base nas covariadas de autosseleção (Watson & Elliot 2016). O método foi desenvolvido por (Hainmueller 2012) com o intuito de realizar um pré-processamento dos dados que permite atribuir pesos as observações e ponderar-los de tal forma que seja possível um alto grau de equilíbrio entre as variáveis. O equilíbrio de entropia permite por meio da reponderação o ajuste das distribuições da amostra, dessa forma, há um equilíbrio preciso no primeiro, segundo e/ou maiores momentos das distribuições das variáveis independentes nos grupos de tratamento e controle.

Na avaliação de produtividade acadêmica de pesquisadores financiados pela interação entre Universidades e Fundos Setoriais, (Kannebley-Júnior et al. 2013) utilizaram a mesma ideia de balanceamento entre grupos de tratados e não tratados buscando mitigar potenciais problemas de heterocedasticidade e/ou inconsistências dos estimadores, abordando o método de Pareamento por Escore de Propensão (PSM), incluindo variáveis de condições iniciais e atuação científica dos pesquisadores. No entanto, o método de entropia aplicado no presente estudo, segundo (Hainmueller 2012), apresenta um ajuste mais poderoso que o ajuste feito pelo PSM. Ademais, de acordo com (King & Nielsen 2019), o uso do PSM (e seus muitos refinamentos) pode não mostrar os impactos verdadeiros de uma determinada análise e, que na verdade, esse método aumenta o desequilíbrio, a ineficiência, a dependência do modelo, o critério de pesquisa e o viés estatístico. Por fim, o estudo indica que quanto mais balanceado estão os dados devido aos descartes realizados pelo pareamento, será mais provável a degradação de uma possível inferência de causalidade — o que foi chamado de *Paradoxo do PSM*.

Mesmo sendo considerado por (Hainmueller & Xu 2013) como uma abordagem generalizada do PSM, desenvolvido por, (Rosenbaum & Rubin 1983), o equilíbrio de entropia apresenta um método distinto, pois o PSM calcula os escores de propensão por meio de modelos paramétricos e binários como o *logit* ou *probit* para fazer o pareamento e verificar se os pesos estimados equilibram as distribuições das covariadas. Já o balanceamento por entropia calcula os pesos diretamente para ajustar as distribuições amostrais conhecidas, integrando o balanceamento das covariáveis aos pesos. Dessa forma, pode-se implementar o equilíbrio exato, que é uma vantagem sobre os modelos de *logit* e *probit*, pois reduz a necessidade de controle contínuo e de dependência de estimativa dos efeitos de tratamento.

Considere que o ATT seja fielmente representado por uma média contrafactual para a variável de interesse que pode ser obtida de acordo com:

$$\mathbb{E}[Y(\hat{0}) | T = 1] = \frac{\sum_{|i|T=0} Y_i w_i}{\sum_{|i|T=0} w_i} \quad (1)$$

Em que w_i é o peso escolhido para cada unidade de controle. Os pesos são escolhidos de acordo com a seguinte regra de reponderação:

$$\min_{w_i} H(w) = \sum_{||T=0\} h(w_i) \quad (2)$$

Sujeito às seguintes restrições de balanceamento, normalização e não negatividade:

$$\begin{aligned}
\sum_{\{i|T=0\}} w_i c_{ri}(X_i) &= m_r \quad \text{com } r \in 1, \dots, R \quad \text{e} \\
\sum_{[i|T=0]} w_i &= 1 \quad \text{e} \\
w_i &\geq 0 \quad \text{Para todo } i \quad \text{dado que } T = 0
\end{aligned} \tag{3}$$

Em que $h(\cdot)$ é a distância métrica e $c_{ri}(X_i) = m_r$ descreve o conjunto de R restrições de balanceamento impostas sobre os momentos das covariadas do grupo de controle reponderado. As restrições de balanceamento garantem que os grupos ponderados correspondem de forma precisa aos momentos especificados. Os pesos que resultam deste balanceamento podem ser passados para diversos padrões de modelos a serem estimados pelo pesquisador ⁶

O balanceamento realizado por meio da entropia tem a finalidade de selecionar um grupo semelhante ao verdadeiro contrafactual dos indivíduos tratados. Dessa forma, é possível encontrar o ATT , usando a base de dados construída com os indivíduos tratados e os seus respectivos contrafactuais. Como o ATT é uma média, este valor pode ser obtido por meio do coeficiente de inclinação da reta de regressão, usando os método de mínimos quadrados para estimação, nesse caso ponderado pelo peso da entropia e adicionando variáveis para capturar os efeitos fixos de país de destino do bolsista, de ano de início do doutorado, grande área e área do conhecimento, assim como as covariadas para capturar características observáveis dos indivíduos:

$$y_i = \alpha + \beta T_i + \theta X_i + \epsilon_i \tag{4}$$

Em que y_i representa as diversas variáveis de respostas (em logaritmos) ⁷ relacionadas as quantidades de publicações de artigos científicos e o número de patentes, β representa o ATT , X_i é uma matriz de covariadas das características observáveis dos bolsistas, θ mede o efeito de cada covariada e ϵ_i é o termo de erro aleatório da estimativa. Usando os pesos calculados nas técnicas de balanceamento, este trabalho estima a [Equação 4](#) por meio de um estimador de mínimos quadrados ponderados.

4.3 Descrição dos Dados

Na perspectiva de realizar uma avaliação do CsF, a presente pesquisa constrói duas bases de dados ⁸: a primeira tem o objetivo de realizar uma avaliação da quantidade da produção acadêmica, enquanto a segunda objetiva avaliar a qualidade da produção acadêmica. Dessa forma, várias outras bases de dados brutas são utilizadas. O **Software R** em sua versão 4.1.0 foi a linguagem de programação usada em todas as etapas relacionadas aos dados, desde a manipulação até as estimações. O **R** é uma linguagem de programação estatística de código aberto que fornece uma diversidade de pacotes, além de possibilitar ao pesquisador a criação de suas próprias funções, tornando mais fácil e rápido os procedimentos envolvendo banco de dados ([R Core Team 2021](#)).

Na [Tabela 1](#) são apresentadas sumarizações gerais das variáveis dependentes e explicativas que serão usadas para estimação proposta na estratégia empírica. As variáveis de respostas (dependentes) para o grupo tratado tem quase sempre valores médios acima dos valores encontrados para o grupo de não tratados. Por exemplo, nas publicações gerais os tratados possuem

⁶Para maiores detalhes sobre o balanceamento com entropia, ler ([Hainmueller 2012](#)) e ([Zhao & Percival 2016](#)).

⁷Usa-se a transformação $\log(y + 1)$ para o caso de $y = 0$, tendo em vista que $\log(1) = 0$.

⁸Ver no [Material Complementar](#).

uma média de 13 artigos científicos publicados ao passo que os não tratados têm em torno de 9 publicações. Da mesma forma, quando observadas as publicações em revistas qualificadas como A1 e A2, a diferença entre os bolsistas do CsF e os bolsista que não foram do CsF é de quase 3 publicações. Essa diferença diminui para revistas com menores classificações, que apresenta o grupo de tratamento com menores publicações em revista com qualis B5, por exemplo.

Por outro lado, as variáveis explicativas mostram que a quantidade de habilidades no idioma é mais predominante para o inglês, onde os bolsistas apresentam, em média, mais expertise de acordo com as habilidades de compreensão, fala, leitura e escrita. Além do mais, os tratados têm em média o domínio máximo de 3 habilidades, enquanto os não tratados apresentam em torno de 2,3.

Tabela 1: Estatística descritiva das variáveis dependentes e explicativas para os estudantes de doutorado sanduíche com acesso a bolsa do CsF (Tratados) e estudantes com acesso a bolsa do CNPq de doutorado pleno no Brasil (Não Tratados), ano 2011-2016

Variáveis	Tratados				Não Tratados			
	Média	DP	Mín	Máx	Média	DP	Mín	Máx
Dependentes								
Publicações	13,1	24,4	0	707	9,4	13,5	0	272
Publ. com Parcerias	13,3	24,4	0	707	9,5	13,7	0	272
Publ. sem Parcerias	0,1	0,7	0	23	0,1	0,5	0	14
Publ. Após Início (Doutorado)	9,5	20,1	0	686	7,3	11,2	0	247
Outras Publicações	30,6	33,7	0	319	26,0	31,8	0	724
Nº Revistas Distintas	8,9	8,7	1	97	6,8	7,2	1	108
Nº Revistas com Publ. uma Única Vez	6,8	6,3	0	67	5,2	5,2	0	79
Nº de Patentes	0,1	0,7	0	22	0,2	0,9	0	26
A1	6,0	23,4	0	666	3,4	7,7	0	232
A2	7,7	32,3	0	1.014	4,5	8,2	0	158
B1	7,6	11,1	0	136	6,6	11,8	0	297
B2	4,6	10,3	0	161	3,3	7,2	0	185
B3	2,8	7,2	0	156	2,0	5,7	0	206
B4	1,7	4,5	0	66	1,3	3,7	0	68
B5	1,8	6,3	0	173	1,9	7,6	0	250
C	1,0	2,4	0	40	0,8	2,3	0	35
Explicativas								
Inglês	3,0	1,4	0	4	2,3	1,6	0	4
Espanhol	1,1	1,4	0	4	1,0	1,4	0	4
Nº de Anos Pós Mestrado	4,8	2,21	0	27	4,8	2,1	0	49
Cursos Antes do Doutorado	5,2	8,5	0	141	5,1	9,3	0	280
Publicações Antes do Doutorado	3,6	6,5	0	168	2,1	3,9	0	57
Sexo	0,5	0,5	0	1	0,5	0,5	0	1
Idade	30,3	4,7	22	62	29,9	1,0	29	32
Especialização	0,0	0,2	0	1	0,0	0,1	0	1
Pós-Doutorado	0,4	0,5	0	1	0,2	0,4	0	1
Valor da Bolsa	45.149,7	20.289,2	0	182.903,4	62.883,4	35.615,8	0	238.248,0
Linha de Pesquisa	1,3	2,4	0	23	1,0	2,0	0	25
Dedicação Exclusiva	2,2	2,1	0	19	1,9	1,9	0	25
Atuações da Profissão	20,4	30,5	0	283	14,5	27,1	0	553
Atividades	4,7	7,9	0	71	4,1	8,3	0	182
Engajamento em Periódicos	4,1	7,3	0	103	2,5	5,3	0	172
Participação em Eventos	14,8	15,2	0	197	13,4	13,3	0	197
Atuação em Projetos	3,5	4,0	0	37	2,9	3,5	0	32
Prêmios	2,0	3,7	0	72	1,7	3,2	0	60

Fonte: Elaboração própria do autor.

Em relação ao *gap* de anos entre o final do mestrado e o início do doutorado, ambos os grupos apresentam 4,8 anos, sendo que o grupo de não tratados possui um máximo de 49 anos no interregno entre as duas modalidades. Um fato interessante é que as publicações antes do doutorado apresentam maiores médias para os não tratados, com cerca de 3,9 publicações contra 3,6 do grupo

de tratamento. Os valores médios gastos com bolsas é maior no grupo de não tratados, porém, as bolsas de doutorado sanduíche (bolsistas do CsF) são computadas somente para os anos que estes participaram do Programa, enquanto as bolsas de bolsistas que não foram ao CsF computam, na maioria das vezes, os 4 anos de bolsas do CNPq para doutorandos no Brasil e outros recursos associados as pesquisas dos mesmos.

Por fim, as outras variáveis explicativas relacionadas as linhas de pesquisas até as premiações têm maiores médias para os tratados em detrimento dos não tratados, o que fornece indícios de que os bolsistas que acessaram o CsF mostravam-se com melhores currículos acadêmicos. Nesse sentido, faz-se necessário uma abordagem estatística sofisticada para obter inferências mais realistas em relação a intervenção do CsF no concerne aos bolsistas do doutorado sanduíche no exterior.

5 Resultados

A presente seção apresenta uma análise exploratória com as diferenças de médias e, conseqüente, exhibe as principais estimações da pesquisa na perspectiva de quantidade de publicações em periódicos e patentes criadas, desenvolvendo também análises de robustez e heterogeneidades. Por fim, são retratadas as estimações em termo de qualidade das publicações representadas pela classificação do Qualis Capes.

5.1 Diferenças de Médias

Na perspectiva de gerar evidências sobre as variáveis relacionadas a produtividade acadêmica, a [Tabela 2](#) mostra as diferenças de médias entre o grupo de bolsistas beneficiados com CsF (Tratados) e o grupo não beneficiado pelo CsF (Não Tratados). Com exceção das publicações sem parcerias com outros autores e das quantidades de patentes, todos as outras variáveis de resultados possuem diferenças entre os grupos. Portanto, as variáveis cujo *P-Valor* é inferior a 5%, implicam com 95% de confiança que, os bolsistas que foram beneficiados com doutorado sanduíche pelo CsF (fora do Brasil) apresentam maiores médias de produção acadêmica comparado ao grupo de bolsistas do CNPq que cursaram todo seu doutorado no Brasil (não beneficiados pelo CsF).

Tabela 2: Diferenças de médias e intervalos de confiança das variáveis de produção acadêmica

Variável Dependente	Dif	Tratado	Não Tratado	IC	P-Valor
Publicações	3,610	13,106	9,496	2,576 - 4,644	0,000
Publ. com Parcerias	3,728	13,317	9,589	2,691 - 4,764	0,000
Publ. sem Parcerias	0,006	0,095	0,089	-0,026 - 0,038	0,700
Publ. Antes do Início (Doutorado)	1,436	3,599	2,163	1,161 - 1,71	0,000
Publ. Após Início (Doutorado)	2,174	9,507	7,333	1,317 - 3,032	0,000
Outras Publicações	4,602	30,733	26,131	3,069 - 6,134	0,000
Nº Revistas Distintas	2,131	8,896	6,765	1,751 - 2,511	0,000
Nº Revistas com Publ. uma Única Vez	1,608	6,834	5,226	1,333 - 1,883	0,000
Nº de Patentes	-0,033	0,126	0,158	-0,068 - 0,003	0,069
Observações	-	2596	5886	-	-

Fonte: Elaboração própria do autor.

No [Material Complementar, Apêndice A](#), são mostradas outras análises detalhando as diferenças de médias.

Na **Figura A1**, as diferenças de médias em todas as grandes áreas mostram que a grande maioria de indicadores de produtividade acadêmica favorecem os bolsistas do CsF, pois as médias são positivas e significativas estatisticamente. Por outro lado, as diferenças de médias ano a ano para cada grande área (observar da Figura A2 até Figura A6) tem maioria desses indicadores interceptando zero (a linha vermelha tracejada), revelando que a produção acadêmica entre os grupos de tratados e não tratados são idênticas. Por fim, aparentemente, uma desagregação dos dados, que reduz heterogeneidades de tempo e das grandes áreas podem sugerir que não há ganhos em termos de quantidade de produção acadêmica para os bolsistas do CsF em comparação aos não bolsistas deste programa.

Diante disso, as análises de regressões condicionais são necessárias para confirmar ou não esses resultados incondicionais sobre as publicações e quantidades de patentes entre os grupos de tratados e não tratados.

5.2 Estimação Principal

Com o objetivo de tornar os grupos de bolsistas tratados e não tratados similares, calcula-se pesos por meio do método de balanceamento por entropia que serão utilizados nas estimações mais a frente. Para isso, escolhe-se covariadas que representam os principais fatores que influenciam os bolsistas no processo de seleção do programa CsF.

O CsF exigia o domínio do idioma estrangeiro no processo de concessão da bolsa ⁹, porém, o ensino de idiomas no Brasil é bastante deficiente ¹⁰. Dito isto, correria o risco dos estudantes optarem por países de língua *castelhana*, que é mais semelhante à língua portuguesa. Ademais, a Capes e o CNPq ofereciam cursos dentro e fora do Brasil, com o objetivo de sanar esse problema, que seria de extrema importância para o sucesso do programa (Castro et al. 2012). A diferença de anos entre o fim do mestrado e início do doutorado e os cursos antes do doutorado são *proxys* para condições iniciais, ao passo que publicações antes do doutorado estão associadas a atuação científica antes da pós-graduação (Kannebley-Júnior et al. 2013).

A Tabela 3 mostra os valores do balanceamento ¹¹ para os três momentos da amostra (média, variância e assimetria) e para ambos os grupos da análise (tratados e não tratados), antes e após a aplicação do método de entropia. Observa-se que os três momentos amostrais antes da reponderação apresentam desequilíbrios entre os grupos, porém, após a aplicação dos pesos estimados por entropia, tanto a média, como a variância e a assimetria possuem valores exatos, com exceção das publicações antes do doutorado, que não conseguiu balancear para a assimetria.

⁹(Athayde & Barbosa 2019), explicaram que mesmo com um período inicial para estudo do idioma no país de destino para quase totalidade dos bolsistas, além do teste de idioma exigido no processo de seleção da instituição, os bolsistas do CsF tiveram dificuldades com o idioma estrangeiro.

¹⁰(Borges & Garcia-Filice 2016) alertaram para importância do aprendizado de outros idiomas, sobretudo o inglês, como forma de inserção dos estudantes brasileiros nas redes mundiais de pesquisas científicas e inovações tecnológicas, enfatizando a necessidade de uma reforma do ensino de inglês nas escolas.

¹¹Outros métodos para estratégia de identificação do contrafactual foram testados, tais como mensuração por escore de propensão e distância de *Mahalanobis*. No entanto, os resultados das estimações se mantiveram inalterados. Diante disso, usa-se somente o método de balanço por entropia de acordo com as observações de (Hainmueller 2012) e (King & Nielsen 2019).

Tabela 3: Balanceamento por entropia dos tratados e não tratados para os três momentos amostrais (média, variância e assimetria)

Antes da reponderação por Entropia						
Covariadas	Tratado			Não Tratado		
	Média	Variância	Assimetria	Média	Variância	Assimetria
Inglês	2,938	1,973	-0,993	2,300	2,483	-0,265
Espanhol	1,133	1,846	0,854	1,003	1,884	1,095
Nº de Anos Pós Mestrado	4,882	4,895	3,700	4,796	4,457	4,935
Cursos Antes do Doutorado	5,182	74,280	4,738	5,110	90,150	8,388
Publicações Antes do Doutorado	3,601	44,310	9,976	2,163	15,110	4,509
Após reponderação por Entropia						
Covariadas	Tratado			Não Tratado		
	Média	Variância	Assimetria	Média	Variância	Assimetria
Inglês	2,938	1,973	-0,993	2,938	1,973	-0,993
Espanhol	1,133	1,846	0,854	1,133	1,846	0,854
Nº de Anos Pós Mestrado	4,882	4,895	3,700	4,882	4,895	3,700
Cursos Antes do Doutorado	5,182	74,280	4,738	5,182	74,280	4,738
Publicações Antes do Doutorado	3,601	44,310	9,976	3,601	44,310	3,949

Fonte: Elaboração própria do autor.

Na [Tabela 4](#) são apresentados os modelos lineares estimados por mínimos quadrados ordinários. As três primeiras estimações não são ponderadas pela entropia, ao passo que as estimações de (4) a (6) ¹² têm os pesos da entropia atribuídos a equação. As equações (3) e (6) possuem todas as possíveis variáveis, *dummy* com os tratados e não tratados, os efeitos fixos de tempo, de grande área do conhecimento, de área do conhecimento e do país de estudo dos bolsista e as covariadas, que buscam minimizar efeitos observáveis entre os indivíduos.

Nesse contexto, pode-se observar uma mudança nos coeficientes a partir da incrementação dos efeitos fixos e das covariadas, pois os modelos mais ingênuos, (1) e (4), apresentam-se significativos estatisticamente. Contudo, os modelos completos, (3) e (6), sendo este último o principal, mostram-se iguais a zero estatisticamente em todos os indicadores utilizados para mensurar a produção acadêmica e o número de patentes. Portanto, esse resultado implica que, na média, os bolsistas do CsF não são mais produtivos em termos de quantidade de publicações ou em criação de patentes quando comparados aos bolsistas que realizaram seu doutorado completo no Brasil.

O programa CsF sofreu várias críticas relacionadas aos elevados custos de um bolsista no exterior, além da não realização de um monitoramento mais rígido sobre os bolsistas em relação aos resultados acadêmicos. No estudo realizado para bolsistas do CsF da UFMG e IFNMG de Montes Claros e, apesar da pequena amostra ser composta por estudantes da graduação sanduíche, algumas sugestões de ([Athayde & Barbosa 2019](#)) podem ser atribuídas ao doutorado sanduíche. Os autores apontaram que não houve uma boa infraestrutura e monitoramento na seleção dos bolsistas, sobretudo em relação ao acompanhamento do desempenho destes pela Capes, CNPq ou a instituição de ensino no Brasil a qual o bolsista pertencia, bem como a demorada adaptação aos métodos de ensino no exterior e o não cumprimento do CsF em intercambiar os bolsistas às Universidades classificadas nos melhores *rankings* internacionais, conforme objetivo do programa.

¹²O método de MQO combinado aos pesos de entropia foram adotados levando em consideração a parcimônia. Seguindo a recomendação dos estudos de ([Kannebley-Júnior et al. 2013](#), [Jonkers & Cruz-Castro 2013](#)), estimou-se o GLM com distribuição binomial negativa, contudo, os resultados foram semelhantes aos de MQO.

Tabela 4: Estimação dos modelos lineares com reponderação de balanço por entropia

Variáveis Dependentes	Sem Entropia			Com Entropia		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Publicações	0,262*** (0,028)	-1,851* (1,113)	-0,533 (0,710)	0,073*** (0,026)	- 2,004** (0,891)	-0,532 (0,538)
Publ. com Parcerias	0,272*** (0,029)	-1,811 (1,152)	-0,448 (0,740)	0,079*** (0,027)	- 1,967** (0,922)	-0,462 (0,564)
Publ. sem Parcerias	0,000 (0,005)	-0,061 (0,215)	0,021 (0,210)	- 0,012** (0,005)	-0,083 (0,179)	0,027 (0,174)
Publ. Após Início (Doutorado)	0,178*** (0,026)	-1,488 (1,066)	-0,381 (0,806)	0,035 (0,025)	-1,601* (0,846)	-0,359 (0,624)
Outras Publicações	0,225*** (0,027)	0,206 (1,035)	0,442 (0,839)	0,173*** (0,025)	0,178 (0,805)	0,469 (0,646)
Nº Revistas Distintas	0,225*** (0,020)	-1,126 (0,789)	-0,151 (0,505)	0,093*** (0,019)	- 1,248** (0,634)	-0,169 (0,391)
Nº Revistas com Publ. uma Única Vez	0,211*** (0,018)	-0,994 (0,717)	-0,165 (0,508)	0,103*** (0,017)	-1,108* (0,573)	-0,196 (0,396)
Nº de Patentes	-0,005 (0,007)	0,001 (0,278)	0,035 (0,276)	-0,007 (0,006)	-0,004 (0,214)	0,033 (0,212)
<i>Dummy Tratamento</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Efeitos Fixos</i>	x	✓	✓	x	✓	✓
<i>Covariadas</i>	x	x	✓	x	x	✓

Fonte: Elaboração própria do autor.

Nota: * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$. Erros-padrão em parênteses.

Dito isto, não é uma evidência inesperada que, do ponto de vista estatístico, os bolsistas do CsF, em termos de produtividade, não tenham desempenho acima dos bolsistas que não realizaram o intercâmbio a nível de doutorado. Obviamente, os resultados apresentados possuem validade para os indicadores analisados, portanto, os bolsistas podem ter melhorado outros indicadores, como por exemplo, desenvolvimento cultural, experiências de trabalho, experiências de vida ou aprofundamento de convivência interpessoais e criado uma rede de *networking*.

5.2.1 Robustez

O modelo principal mostrou que não há, de forma geral, uma diferença na produtividade dos pesquisadores que participaram do CsF e os que permaneceram no Brasil. Contudo, é extraída uma subamostra da base de dados, mantendo somente os quatro países com maior quantidade de bolsistas beneficiados pelo programa (Estados Unidos, França, Espanha e Portugal), sendo esses países responsáveis por receberem cerca de 61% dos bolsistas do CsF. Da mesma forma, realiza-se as estimações para os EUA (representando 32% da amostra) e para os continentes da América e da Europa, que possuem cerca de 96,2% da amostra dos tratados beneficiados pelo CsF (a América com 38,3% e a Europa com 57,9%).

Nesse sentido, a **Tabela B1 (Material Complementar, Apêndice B)** apresenta resultados semelhantes em todas as subamostras utilizadas, com alguns destaques para coeficientes significativos e negativos das publicações após o início do doutorado na amostra dos 4 países, EUA e Europa. Em relação ao corte para os EUA, mostra-se que somente publicações sem parcerias e número de patentes têm efeitos nulos do ponto de vista estatístico, sendo os outros indicadores negativos e significativos ao nível de 5%. Já na comparação de alunos do CsF que foram para Europa com alunos que permaneceram no Brasil, apenas as publicações, publicações com parcerias

e publicações após o doutorado apresentam menores percentuais de publicações. Por fim, bolsistas do CsF enviados aos continentes americanos apresentam efeitos nulos quando comparados aos doutorandos não tratados pelo CsF.

De forma mais simples, aponta-se que a cada 100 artigos publicados em periódicos após o início do doutorado pelos doutorandos brasileiros, os doutorandos sanduíches do CsF obtiveram, em média, 11, 17 e 16 publicações a menos nas respectivas subamostras.

Tal resultado mostra-se bastante negativo, tendo em vista que a variável de tempo para medir a entrada do bolsista no doutorado tem uma distorção que beneficia o bolsista do CsF, pois, geralmente, o doutorado sanduíche era realizado no meio ou no último ano do doutorado ao qual o indivíduo pertencia no Brasil, portanto, a variável ano de entrada do doutorado sanduíche para o aluno do CsF omite que este já cursou parcialmente um outro doutorado no Brasil, enquanto a entrada dos alunos não tratados (cursaram todo doutorado no Brasil) é de fato o primeiro ano de doutorado. Diante disso, é esperado que os bolsistas do CsF já tivessem uma maior experiência e mais tempo de pós-graduação, o que naturalmente lhes dariam mais possibilidades de publicações. Além do mais, o fato do bolsista querer acessar um programa de intercâmbio, que utiliza como métrica o currículo acadêmico, já o autosseleciona para ter mais publicações comparado a um bolsista que, em tese, não pretendia e não acessou um programa de intercâmbio.

Diante do exposto, os indícios é que o programa CsF tenha apresentado não somente efeitos nulos, mas até mesmo efeitos negativos quando avaliada a produção acadêmica, mensurada na presente pesquisa por oito variáveis de respostas e controlados por efeitos fixos e por covariadas para mitigar os efeitos de viés de autosseleção. De outra forma, as estimações mostram que os testes de diferenças de médias apresentados na [Subseção 5.1](#) não são suficientes para mensuração mais fidedigna nas relações entre o tratamento no CsF e a produtividade de bolsistas de alta qualificação, tendo em vista que são testes incondicionais.

5.2.2 Heterogeneidade

Na presente seção são estimados modelos lineares com mesma forma funcional já apresentada nas seções anteriores, porém, buscando mensurar os efeitos heterogêneos associados a produção acadêmica. Essas estimações podem ser conferidas no [Material Complementar, Apêndice B](#).

De início é apresentado o modelo principal estimado para cada ano, na [Tablea B1](#), com todos os efeitos fixos, as covariadas e os pesos do balanceamento por entropia. Em todos os períodos analisados os indicadores de respostas apresentam-se não significativos estatisticamente ou negativos, realçando com mais intensidade os baixos níveis de produção acadêmica dos bolsistas do CsF quando comparados aos doutorandos residentes no Brasil.

Na [Figura B1](#), todos os resultados são nulos ou negativos com 95% de confiança. Já na [Figura B2](#), verifica-se que na maioria das vezes as estimativas de intervalos intersectam o zero, implicando que não são significativas estatisticamente. No entanto, há algumas poucas exceções para resultados positivos, como por exemplo, a área de ciências biológica no ano de 2011 para os indicadores de publicações, publicações com parcerias, publicações após o início do doutorado, outras publicações, publicações em revistas distintas e publicações em revistas uma única vez. Portanto, nesse caso específico, os bolsistas do CsF atingiram um melhor desempenho na produção acadêmica em relação aos doutorandos brasileiros que não foram beneficiados com o CsF.

5.3 Qualidade da Produção Acadêmica

Na presente seção, estimam-se os modelos lineares com balanceamento por entropia, conforme as seções anteriores. No entanto, os indicadores usados para mensurar a qualidade da produção acadêmica neste caso são as quantidades de publicações dos bolsistas de acordo com as classificações de periódicos da Capes, usando o triênio 2010 a 2012 e o quadriênio de 2013 a 2016, que correspondem ao período de execução do programa CsF.

Na [Tabela 5](#), estima-se o modelo mais geral para o programa CsF, usando a *dummy* de tratados e não tratados, os efeitos fixos de tempo, de grandes áreas do conhecimento, de áreas do conhecimento e do país de destino, além das covariadas que mensuram características observáveis dos bolsistas.

Tabela 5: Estimação dos modelos lineares com reponderação de balanço por entropia usando como indicadores de respostas as publicações de periódicos segundo a classificação da Capes

Variáveis Dependentes	Sem Entropia			Com Entropia		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
A1	0,280*** (0,028)	0,085 (0,091)	-0,067 (0,082)	0,142*** (0,027)	-0,053 (0,078)	-0,102 (0,069)
A2	0,247*** (0,027)	0,064 (0,089)	-0,072 (0,080)	0,108*** (0,026)	-0,053 (0,074)	-0,092 (0,065)
B1	0,153*** (0,029)	0,079 (0,089)	-0,049 (0,076)	0,039 (0,027)	-0,028 (0,073)	-0,069 (0,061)
B2	0,158*** (0,026)	0,092 (0,082)	0,011 (0,073)	0,068*** (0,025)	0,017 (0,068)	0,001 (0,059)
B3	0,141*** (0,023)	0,029 (0,074)	-0,027 (0,068)	0,082*** (0,022)	-0,031 (0,062)	-0,046 (0,056)
B4	0,074*** (0,020)	-0,027 (0,063)	-0,085 (0,058)	0,001 (0,020)	-0,075 (0,053)	-0,098** (0,049)
B5	0,029 (0,022)	-0,047 (0,068)	-0,083 (0,063)	-0,009 (0,021)	-0,074 (0,057)	-0,085* (0,052)
C	0,062*** (0,017)	0,049 (0,054)	0,025 (0,052)	0,037** (0,016)	0,023 (0,046)	0,026 (0,043)
A1+A2	0,324*** (0,030)	0,100 (0,101)	-0,084 (0,088)	0,152*** (0,029)	-0,054 (0,083)	-0,112 (0,071)
B1+B2	0,184*** (0,030)	0,106 (0,092)	-0,028 (0,076)	0,063** (0,028)	-0,005 (0,075)	-0,042 (0,060)
B3+B4+B5	0,164*** (0,029)	0,025 (0,092)	-0,065 (0,079)	0,074*** (0,028)	-0,050 (0,076)	-0,083 (0,065)
<i>Dummy Tratamento</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Efeitos Fixos</i>	x	✓	✓	x	✓	✓
<i>Covariadas</i>	x	x	✓	x	x	✓

Fonte: Elaboração própria do autor.

Nota: * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$. Erros-padrão em parênteses.

Em um contexto específico, analisando a estimação (6), que é o modelo mais completo, os resultados se mantêm na mesma direção dos modelos apresentados na [Tabela 4](#), implicando que, mesmo quando feita uma avaliação da qualidade das publicações em periódicos, os bolsistas do CsF não apresentam vantagens sobre os bolsistas do CNPq que cursaram seu doutorado em território nacional sem o benefício do CsF (no caso, o doutorado sanduíche). Na maioria dos casos, os efeitos são não significativos estatisticamente, e quando significativos ao nível de 5%, apontam para sinais negativos. Dito isto, em relação aos periódicos com classificação B4, há uma vantagem nas publicações em favor dos doutorandos residentes no Brasil, em torno de 9%.

No **Material Complementar, Apêndice C** são apresentadas as estimações de robustez e de efeitos heterogêneos em relação a qualidade da produção acadêmica.

Na **Tabela C1**, as estimações ratificam os resultados já comentados, com exceção apenas para as publicações inerentes as revistas de maiores impactos (com classificação qualis A1) para o continente das Américas ¹³, onde os bolsistas do CsF enviados ao continente possuem maior produção acadêmica em comparação aos doutorandos não beneficiados pelo CsF que permaneceram no Brasil.

Em relação as estimações heterogêneas, pode-se observar na **Tabela C2** que há um coeficiente positivo e significativo somente para publicações em revistas com classificações Qualis A2 no ano de 2011, com média percentual de 46% de publicações a mais para os bolsistas do CsF, o que pode está relacionado a um maior tempo de maturação do pesquisador em relação a produtividade acadêmica. Os demais estimadores possuem efeitos nulos ou negativos, este último indicando uma vantagem nas publicações para os doutorandos que não receberam o benefício do CsF.

Na **Figura C1**, os estimadores por grandes áreas do conhecimento são em sua maioria não significativos ou negativos. Os únicos estimadores positivos e significativos são para publicações de Ciências Exatas e da Terra com revistas classificadas em Qualis B1+B2 e Engenharias para periódicos com classificações Qualis C, ou seja, as que possuem menores fatores de impactos.

De forma semelhante, a **Figura C2** destaca as estimações para cada ano e para cada grande área do conhecimento, demonstrando que maioria dos estimadores são nulos ou negativos. Da mesma forma que a análise para os indicadores quantitativos das publicações, em relação a qualidade, encontram-se estimadores positivos e significativos destacando a grande área de Ciências Biológicas no ano de 2011, sobretudo em periódicos de alta classificação de impacto, ou seja, em revistas A1, A2 e B1.

Em síntese, os resultados da avaliação deste programa mostram que em relação a quantidade e qualidade das publicações, não há uma vantagem para os bolsistas com mobilidade internacional quando comparados aos bolsistas do CNPq que não acessaram o doutorado sanduíche do CsF. No entanto, o programa foi encerrado oficialmente em 2017, quando já havia uma discussão para torná-lo institucional, que segundo recomendação do ([Sen 2015](#)) seria necessário a criação de um projeto de Lei para o CsF, apesar dos elevados valores do programa alavancados pelas altas taxas de câmbio entre 2015 e 2016.

Por fim, pode-se fazer uma breve reflexão analisando um cálculo simples baseado nas informações fornecidas pela Capes¹⁴, onde o custo médio de um bolsista do doutorado sanduíche no exterior foi aproximadamente de R\$ 91 mil a um período médio de tempo de 14 meses, enquanto um bolsistas de doutorado do CNPq residente no Brasil custava R\$ 105.600,00 com previsão de finalização em 48 meses. De outra forma, de acordo com informações do ([Sen 2015](#)), o gasto com um bolsista do CsF na modalidade doutorado sanduíche foi de \$33.461,51. Portanto, convertendo esses valores em R\$ e simulando três cenários de gastos usando a mínima (cenário otimista), a média (cenário moderado) e a máxima (cenário pessimista) taxa de câmbio ¹⁵ do período de 2011 a outubro de 2015, encontram-se R\$ 62.743,68, R\$ 85.793,97 e R\$ 130.640,43, respectivamente. Contudo, os valores apresentados desconsideram outros gastos, como por exemplo, auxílios (deslocamento, instalação e seguro saúde), pagamentos de mensalidades e adicional de localidade.

¹³A base de dados da qualidade de produção acadêmica apresenta uma menor amostra. Diante disso, o continente das Américas é representado basicamente pelos bolsistas enviados aos EUA e Canadá.

¹⁴O ideal seria uma avaliação econômica de custo-benefício mais criteriosa, no entanto, há algumas limitações de dados que impossibilitam tal análise.

¹⁵A taxa de câmbio utilizada foi retirada no [Ipea Data](#).

6 Conclusões

O presente ensaio propõe uma avaliação de impacto do CsF sobre a produção acadêmica em termos quantitativos e qualitativos, usando o método de balanceamento por entropia combinado aos mínimos quadrados. Para isso, faz-se necessário a conexão de diversas bases de dados para construir os indicadores de respostas e algumas covariadas, inclusive as que influenciam a autosseleção dos bolsistas ao programa. O grupo de tratados é composto por bolsistas do CsF (somente os financiados pela Capes) da modalidade doutorado sanduíche e o grupo de não tratados são bolsistas do CNPq que realizaram o doutorado no Brasil (sem ser com a bolsa do CsF), sendo o período de ingresso de ambos os grupos de 2011 a 2016. Ademais, os indicadores de resultados e covariadas criados por meio dos currículos Lattes são consolidados compreendendo os anos de 2009 a janeiro de 2021.

Os dados inicialmente mostram descrições sobre os participantes do CsF com mobilidade por todas as modalidades acadêmicas ofertadas pelo programa. O doutorado sanduíche em termos de quantidade de bolsas implementadas aparece atrás apenas da graduação sanduíche, contudo, em termos de despesas, apresenta-se como a terceira modalidade com mais recursos de bolsas implementadas. Já em relação as grandes áreas do conhecimento, as Engenharias tiveram o maior volume de recursos para bolsas no CsF.

Na perspectiva de exploração das variáveis de resultados, faz-se as diferenças de médias, que se mostram diferentes entre os grupos de tratados e não tratados, exceto para as publicações sem parcerias e as quantidades de patentes. Entretanto, após a estimação do MQO combinado a entropia, usando efeitos fixos de tempo, de grande área, de área, país de estudo e covariadas, observa-se que os bolsistas do CsF não apresentam maior produtividade acadêmica comparado aos bolsistas que não foram beneficiados com a mobilidade internacional do CsF. Além do mais, tais resultados, quando realizados os testes de robustez, apontam para algumas variáveis de respostas significativas e com sinais negativos, indicando que os doutorandos com bolsa CsF produzem menos que os doutorandos brasileiros sem a bolsa do CsF. Na tentativa de diagnosticar possíveis heterogeneidades, realiza-se a mesma estimação por ano, por grandes áreas e a cada ano por cada grande área. No geral, os resultados são mantidos, sendo os pesquisadores do CsF no exterior com produtividade indiferente (ou com menor produtividade) comparado aos pesquisadores residentes no Brasil.

Por outro lado, pode ser que os bolsistas do CsF publiquem menos em termos quantitativos, contudo, em periódicos com maiores fatores de impactos (em termos de qualidade das publicações) sejam mais produtivos. Nesse sentido, a partir da segunda base de dados, estimam-se os efeitos do CsF na produção acadêmica de acordo com a classificação do Qualis Capes. Porém, os resultados não se modificam, mostrando que os bolsistas do CsF possuem, em média, produtividades nulas (ou negativas) quando comparados aos doutorandos não beneficiados com o CsF. De outra forma, nos modelos de heterogeneidade ocorrem algumas exceções quando observados os estimadores de qualidade das publicações para o ano de 2011, onde os bolsistas do CsF apresentam-se com maiores produções acadêmicas (sobretudo para bolsistas de Ciências Biológicas, como por exemplo, A1, A2 e B1), dando indícios de que os resultados encontrados podem ser nulos ou negativos devido o período de tempo ainda não ser o suficiente para a ascensão dos pesquisadores beneficiários do CsF em relação as publicações científicas.

Considerando os achados da pesquisa, deve-se levar em conta algumas limitações: *i*) Os dados do CsF não representam o universo de bolsistas do doutorado sanduíche (da Capes). Além do mais, as informações dos currículos Lattes são autodeclaradas. *ii*) Não há variáveis caracterizando o perfil do bolsistas fora do ambiente acadêmico, além do mais, variáveis como sexo e idade foram

estimadas. *iii*) As estimações de heterogeneidades reduzem bastante o tamanho da amostra, sobretudo para os anos de 2015 e 2016, quando o encerramento do programa já era discutido no país. *iv*) Não foi possível um acompanhamento longitudinal e uma conexão com bases de dados do mercado de trabalho, dado que, não necessariamente os egressos do CsF continuaram no meio acadêmico.

Por fim, o estudo tem maior foco na produtividade acadêmica, logo, é possível que o CsF tenha agregado em outros indicadores não incluídos nessa pesquisa, como por exemplo, desenvolvimento cultural, experiências de trabalho, experiências de vida, aprofundamento de convivência interpessoais e a criação uma rede de *networking*. Portanto, a pesquisa preenche algumas lacunas na literatura de avaliação de política públicas, ao mesmo tempo que oferece espaço para futuras pesquisas longitudinais a respeito dos bolsistas, sobretudo em relação ao mercado de trabalho. De outra forma, há a necessidade de um maior prazo para outras avaliações, dado que o fim do CsF ainda é recente, podendo novos estudos apresentarem resultados diferentes quanto a produtividade acadêmica dos bolsistas do CsF.

Referências

- Athayde, A. L. M. & Barbosa, T. R. d. C. G. (2019), 'Avaliação de programas governamentais: Ciência sem fronteiras em foco', *Estudos em Avaliação Educacional* **30**(73), 224–252.
- Azzoni, C. R. (2000), 'Desempenho das revistas e dos departamentos de economia brasileiros segundo publicações e citações recebidas no Brasil', *Economia aplicada* **4**(4), 786.
- Becker, G. S. (1962), 'Investment in human capital: A theoretical analysis', *Journal of political economy* **70**(5, Part 2), 9–49.
- Borges, R. A. & Garcia-Filice, R. C. (2016), 'A língua inglesa no ciência sem fronteiras: paradoxos na política de internacionalização', *Interfaces Brasil/Canadá* **16**(1), 72–96.
- Brasil (2011), 'Decreto nº 7.642, de 13 de dezembro de 2011. Institui o Programa Ciência sem Fronteiras.', *Diário Oficial da União* **1**(239). Seção 1.
- Castro, C. d. M., Barros, H., Ito-Adler, J. & Schwartzman, S. (2012), 'Cem mil bolsistas no exterior', *Interesse nacional* **4**(17), 25–36.
- Castro, P. M. R. d. (2005), 'Influência dos estágios pós-doutorais sobre a produtividade docente no sistema de pós-graduação: o caso da USP, Mestrado em administração, Universidade de São Paulo.
- Gaspar, M. A. & Campos, D. C. S. (2015), 'Estudo da produtividade de doutores egressos do ppga fea-usp', *Revista da Faculdade de Administração e Economia* **6**(2), 14–32.
- Guimarães, J. A. & Humann, M. C. (1995), 'Training of human resources in science and technology in Brazil: The importance of a vigorous post-graduate program and its impact on the development of the country', *Scientometrics* **34**(1), 101–119.
- Haddad, E., Mena-Chalco, J. P., Sidone, O. J. et al. (2016), 'Produção científica e redes de colaboração dos docentes vinculados aos programas de pós-graduação em economia no Brasil, Technical report, University of São Paulo (FEA-USP).

- Hainmueller, J. (2012), ‘Entropy balancing for causal effects: A multivariate reweighting method to produce balanced samples in observational studies’, *Political analysis* pp. 25–46.
- Hainmueller, J. & Xu, Y. (2013), ‘Ebalance: A stata package for entropy balancing’, *Journal of Statistical Software* **54**(7).
- Holland, P. W. (1986), ‘Statistics and causal inference’, *Journal of the American statistical Association* **81**(396), 945–960.
- Imbens, G. W. & Wooldridge, J. M. (2009), ‘Recent developments in the econometrics of program evaluation’, *Journal of economic literature* **47**(1), 5–86.
- Issle, J. V. & Pillar, T. C. d. L. A. (2002), ‘Mensurando a produção científica internacional em economia de pesquisadores e departamentos brasileiros’, *Revista Pesquisa e Planejamento Econômico* **32**(2), 324–381.
- Issler, J. V. & Ferreira, R. C. (2004), ‘Avaliando pesquisadores e departamentos de economia no brasil a partir de citações internacionais’, *Revista Pesquisa e Planejamento Econômico* **34**(3), 491–538.
- Jacob, B. A. & Lefgren, L. (2011a), ‘The impact of nih postdoctoral training grants on scientific productivity’, *Research Policy* **40**(6), 864–874.
- Jacob, B. A. & Lefgren, L. (2011b), ‘The impact of research grant funding on scientific productivity’, *Journal of public economics* **95**(9-10), 1168–1177.
- Jaffe, A. B. (2002), ‘Building Programme Evaluation into the Design of Public Research-Support Programmes’, *Oxford Review of Economic Policy* **18**(1), 22–34.
- Jonkers, K. & Cruz-Castro, L. (2013), ‘Research upon return: The effect of international mobility on scientific ties, production and impact’, *Research Policy* **42**(8), 1366–1377.
- Kannebley-Júnior, S., Carolo, M. D. & de Negri, F. (2013), ‘Impacto dos Fundos Setoriais sobre a produtividade acadêmica de cientistas universitários’, *Estudos Econômicos* **43**(4), 647–685.
- King, G. & Nielsen, R. (2019), ‘Why propensity scores should not be used for matching’, *Political Analysis* **27**(4), 435–454.
- Koeller, P., Viotti, R. B. & Rauen, A. (2016), Dispêndios do Governo Federal em C&T e P&D: esforços e perspectivas recentes, in Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura, ed., ‘Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior’, Ipea, Brasília.
- Mincer, J. (1974), ‘Schooling, experience, and earnings. human behavior & social institutions no. 2.’.
- Miranda, G. J., Santos, L. d. A. A., Nova, S. P. d. C. C. & Júnior, E. B. C. (2013), ‘A pesquisa em Educação Contábil: produção científica e preferências de doutores no período de 2005 a 2009’, *Revista Contabilidade & Finanças* **24**(61), 75–88.
- Novaes, W. (2008), ‘A pesquisa em economia no brasil: uma avaliação empírica dos conflitos entre quantidade e qualidade’, *Revista Brasileira de Economia* **62**(4), 467–495.
- OCDE (2019), *Education at a Glance 2019: OECD Indicators*, OECD Publishing, Paris.
- Pece, A. M., Simona, O. E. O. & Salisteanu, F. (2015), ‘Innovation and Economic Growth: An Empirical Analysis for CEE Countries’, *Procedia Economics and Finance* **26**(15), 461–467.

- R Core Team (2021), *R: A Language and Environment for Statistical Computing*, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
URL: <https://www.R-project.org/>
- Rivas, R. M. & Mullet, S. (2016), ‘Countervailing institutional forces that shape internationalization of science: an analysis of brazil’s science without borders program’, *RAI Revista de Administração e Inovação* **13**(1), 12–21.
- Rosenbaum, P. R. & Rubin, D. B. (1983), ‘The central role of the propensity score in observational studies for causal effects’, *Biometrika* **70**(1), 41–55.
- Rosso Manços, G. & de Souza Coelho, F. (2017), ‘Internacionalização da ciência brasileira: subsídios para avaliação do programa ciência sem fronteiras’, *Revista Brasileira de Políticas Públicas e Internacionais-RPPI* **2**(2), 52–82.
- Rubin, D. B. (1974), ‘Estimating causal effects of treatments in randomized and nonrandomized studies.’, *Journal of educational Psychology* **66**(5), 688.
- Schultz, T. W. (1961), ‘Investment in human capital’, *The American economic review* **51**(1), 1–17.
- Schultz, T. W. (1967), *O valor econômico da educação*, Zahar Editores, Rio de Janeiro.
- Schultz, T. W. (1971), *Investment in Human Capital. The Role of Education and of Research.*, The Free Press, New York.
- Sen (2015), *Relatório nº 21, de 18 de Dezembro de 2015*, comissão de ciência, tecnologia, inovação e informática. Presidente: Cristovam Buarque edn.
- Watson, S. K. & Elliot, M. (2016), ‘Entropy balancing: a maximum-entropy reweighting scheme to adjust for coverage error’, *Quality & quantity* **50**(4), 1781–1797.
- Zhao, Q. & Percival, D. (2016), ‘Entropy balancing is doubly robust’, *Journal of Causal Inference* **5**(1).