

Assessing the effects of internet on the total and sectorial flow of international trade (2000 – 2016)

Caio Cezar Fernandes♦♦
Admir Antonio Betarelli Junior♦♦
Weslem Rodrigues Faria♦♦

Resumo

O desenvolvimento e a difusão de novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) nas últimas três décadas reduziram as barreiras naturais do comércio internacional e viabilizaram novos padrões de negócios em uma escala global. A velocidade e o volume do fluxo de informações cresceram com as redes de internet de banda larga, tornando as decisões de negócio mais rápidas e abrangente espacialmente. Entretanto, os efeitos da Internet dependem da posição e composição da pauta de comércio exterior de cada país. Este artigo contribui para esse debate e avalia como a Internet impactou o fluxo total e setorial de comércio internacional de um grupo de países com distintos estágios de desenvolvimento no período 2000 – 2016. A partir de um modelo gravitacional, estimado pelo método Poisson-Pseudo Maximun Likelihood (PPML), os resultados conclusivos apontam que a expansão de redes de banda larga aumentaria em 5,30% o comércio exterior de produtos primários. Os efeitos dessa expansão seriam ainda mais intensos (7,10%) sobre o comércio exterior dos grandes setores de energia e mineração. O ganho de comércio aponta um possível instrumento para países dependentes das exportações de bens pertencentes ao setor primário. Entretanto, a alta adoção de Internet pode influenciar a inversão produtiva do país em bens intensivos em informação.

Palavras-chave: Modelo gravitacional; Internet; Tecnologia da Informação e Comunicação.

Abstract

The development and diffusion of new Information and Communication Technologies (ICTs) over the past three decades have reduced the natural barriers to international trade and enabled new business patterns on a global scale. The speed and volume of information flow have grown with broadband internet networks, making business decisions faster and more spatially comprehensive. However, the effects of the Internet depend on the position and composition of each country's foreign trade agenda. This paper contributes to this debate and assesses how the Internet impacted the total and sectorial flow of international trade in a group of countries with different stages of development in the period 2000 - 2016. Based on a gravity model, estimated by Poisson-Pseudo Maximun Likelihood (PPML), conclusive results indicate that the expansion of broadband networks would increase foreign trade in primary products by 5.30%. The effects of this expansion would be even more intense (7.10%) on the foreign trade of the large sectors of energy and mining. The trade gain points to a possible instrument for countries dependent on exports of goods belonging to the primary sector. However, the high adoption of the Internet can influence the country's productive investment in information-intensive goods.

Palavras-chave: Gravity model; Internet; Information and Communication Technology.

Área de submissão: Infra-estrutura, transporte, energia, mobilidade e comunicação.

JEL Code: F00; F10; F14; F19.

♦♦ Economic Department, Federal University of Juiz de Fora (UFJF), Brazil. °Center for Regional and Development Planning, Department of Economics, Federal University of Minas Gerais, Brazil.

1 Introdução

O aumento da competitividade e produtividade em virtude da evolução e automatização da produção influencia positivamente no comércio interno e externo dos países. Entretanto, a evolução não induz vantagens iguais para todos os membros do globo, devido a menor prática de comércio dos países pobres em relação aos países ricos. Geralmente, esses países possuem uma distância maior (e.g. geográfica, de idioma, cultural e de barreiras políticas) com parceiros comerciais quando comparados com países ricos. Há também a possibilidade da ineficiência dos serviços de telecomunicações em países pobres. Como via de solução para o problema abordado, os investimentos em Tecnologia da Informação e Comunicação indicam uma via de superação para tais barreiras, tornando os países em desenvolvimento mais propensos ao aumento do comércio bilateral em outros países, conseqüentemente, aumentando a riqueza ao longo do tempo (DEMIRKAN *et al.*, 2009).

Um exemplo de evolução das TICs mundiais está nos movimentos de liberalização do setor de telecomunicações nos anos 80 e 90, que mudaram estruturas produtivas e atuações de vários países no comércio internacional. A intensidade de informação na atividade econômica foi crescendo dentro desse período, dado que nos anos 80, o setor de informação nos países em desenvolvimento da região da Ásia e Pacífico como Singapura, Indonésia e Malásia representavam, respectivamente, 25%, 19% e 14% do Produto Interno Bruto (PIB). Em países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento (OCDE), o setor de informação era responsável por um terço a metade do PIB e do emprego. A alta influência do setor nas atividades econômicas, juntamente com os avanços tecnológicos das telecomunicações (redução do custo e processamento das informações) possibilitaram a incorporação das informações integradas e serviços em telecomunicações, conseqüentemente, estabelecendo as telecomunicações como núcleo e fornecimento para a economia da informação (WELLENIUS; STERN, 1994).

O surgimento da Internet e da tecnologia móvel na década de 90, junto com a propagação da globalização, propulsionaram a disseminação das aplicações das TICs (Tecnologia da Informação e Comunicação) nos setores e nações (JORGENSEN; VU, 2016). A porcentagem de indivíduos usando Internet em 1993 correspondia a 0,3% da população mundial. Em 2017, essa porcentagem era de 49%. O número de assinaturas de telefones celulares aumentou de 11 milhões em 1990 para mais de seis bilhões em 2019 (WORLD BANK, 2020).

A disponibilidade e uso de ferramentas associadas às TICs melhoraram situações relacionadas a insuficiência de informações comerciais, além de diminuir as barreiras e distâncias comerciais (WANG; CHOI, 2019). A falta de comunicação efetiva dificulta a coordenação e efetivação de negócios entre parceiros comerciais. A inovação tecnológica gera expansão dos negócios, além da transformação do mercado. Os avanços relacionados à tecnologia da comunicação facilitam o comércio internacional, devido à possibilidade de várias transações serem realizadas eletronicamente. O meio eletrônico melhora o processamento de informação, além de reduzir o processamento de pedidos e pagamentos (ZHANG *et al.*, 2020).

A disseminação das TICs em todos os cantos do mundo teve efeito no desenvolvimento econômico, exclusivamente em áreas baseadas na comunicação, acesso à informação, aprendizagem, pesquisa e inovação (JORGENSEN; VU, 2016). O fluxo de informação nos países em desenvolvimento cresceu no final dos anos 90, tanto que para países como Brasil e México, que passaram pela reforma do setor das telecomunicações na América Latina nessa época, o número de assinaturas em banda larga que eram 1.000 para o Brasil e 0 para o México em 1998, passaram para 100.000 e 15.000 assinaturas, respectivamente, nos anos 2000. Dado a taxa a cada 100 pessoas, essas assinaturas apresentaram impacto ínfimo dentro da população de ambos os países. No ano de 2018, o número de assinaturas no Brasil e no México são de 31.233.004 e 18.359.028, respectivamente, representando que a cada 100 pessoas, 14,9 e 14,5 possuem assinatura de banda larga em casa. Para comparar, pegando como exemplo países em situações

superiores como os Estados Unidos e China, as assinaturas de banda larga a cada 100 pessoas de ambos os países são de 33,9 e 28,5 em 2018 (WORLD BANK, 2020).

Antes da comercialização da Internet, o alto risco existente nas transações internacionais devido à falta de informações só conseguia ser evitado com investimentos em tecnologia da informação ou com a construção de canais privados com intuito de obter informações. Exemplos desses investimentos são evidenciados nos aluguéis de linhas telefônicas, intercâmbio eletrônico de dados e transferências eletrônicas de fundos. Primordialmente, o acesso a essas infraestruturas eram restritas a empresas maiores e multinacionais. A Internet e as infraestruturas das TIC desenvolvidas posteriormente possibilitaram a entrada de pequenas empresas e outros fornecedores, junto com melhor acesso ao mercado internacional (VEMURI; SIDDIQI, 2009).

No mercado internacional, a presença de custos de informações baratos e rápidos melhoram as transações de mercado e ampliam o raio do comércio internacional. O crescimento do comércio mundial parte do progresso tecnológico das telecomunicações e na queda dos custos de comunicação (JUNGMITTAG; WELFENS, 2009). Dado esse aspecto, a modelagem do papel dos custos de comunicação na economia é uma tarefa complexa, já que inclui custos fixos ou variáveis do comércio, sendo determinado pelo papel que ela assume dentro da transação. Quando está inserido no contexto de facilitação da busca por parceiros comerciais, entra como custos irrecuperáveis. Todavia, ela pode estar envolvida na interação entre fornecedor e produtor que exibem interações diversas, transformando os custos em variáveis (FINK; MATTOO; NEAGU, 2005).

O ponto de partida presente na literatura para a modelagem da comunicação dentro do comércio internacional vem de Freund e Weinhold (2004), que desenvolvem um modelo de mercados segmentados e concorrência imperfeita para demonstrar os possíveis efeitos da redução dos custos fixos de entrada das empresas, que podem ser ocasionados pela maior penetração de Internet. A disponibilidade efetiva de Internet reduz o custo fixo das empresas inseridas em um mercado, já que atua como ferramenta para o compartilhamento de informações sobre mercados específicos.

Todavia, há a possibilidade da atuação da Internet ser distinta devido a posição e a composição da pauta de comércio exterior de cada país. Setores mais intensivos em informação podem se beneficiar da maior penetração de Internet, devido a maior queda nos custos relativos ao compartilhamento das informações, quando comparados com setores com menor intensidade da mesma. A análise do comércio internacional ao trabalhar com diferentes setores pode exibir diferentes padrões de comportamento no que se concerne o papel da Internet dentro das atividades econômicas.

Com isso, esse artigo tem como objetivo principal analisar o efeito da Internet no comércio internacional levando em conta um grupo de países em distintos estágios de desenvolvimento. Mais especificamente, este estudo aborda a penetração da Internet como instrumento de diminuição das barreiras comerciais, juntamente com a evolução tecnológica das telecomunicações. Espera-se que a penetração da Internet auxilie na diminuição dos custos comerciais, devido aos impedimentos que a falta do fluxo de informações pode gerar na interação entre países dentro do mercado internacional. A estratégia de análise consiste em avaliar o efeito da Internet e das TICs dentro de mudanças tecnológicas conhecidas no período entre 2000 e 2016, com ênfase nos efeitos ao fluxo comercial agregado e desagregado para os setores da economia. A abordagem levando em consideração a distância linguística na discussão dos resultados também merece ser destacada, avaliando o impacto da característica dentro de diferentes setores da economia.

A hipótese é que a penetração da Internet, juntamente com a evolução tecnológica das telecomunicações, influenciou positivamente no fluxo do comércio, diminuindo o efeito das barreiras comerciais entre países, sejam elas referentes a distância linguística, cultural ou informacional. O artigo busca contribuir ao explicar detalhadamente os efeitos que as tecnologias

de informação e comunicação incidem dentro do comércio internacional, resolvendo posições que independem de relações históricas e políticas entre países. O refinamento dos resultados na conclusão do estudo pode atuar como referência dentro da discussão acerca de políticas comerciais, dado que o setor de telecomunicações tem sido central em instrumentos de políticas e gera efeitos positivos sobre o fluxo comercial.

Para atingir o objetivo principal deste artigo, serão estimadas equações gravitacionais para o comércio internacional, considerando o método *Poisson-Pseudo Maximum Likelihood* (PPML). O método trabalha com a correção da heterocedasticidade e fluxos comerciais nulos. A estimação apresentará efeitos fixos para controlar as resistências multilaterais ao comércio, e defasagens envolvendo a variável de penetração da Internet e os acordos regionais de comércio, para corrigir possíveis problemas de endogeneidade.

Além desta seção introdutória, este artigo se organiza em mais cinco seções. A segunda seção exhibe o referencial teórico sobre as TICs nas economias mundiais. A terceira seção apresenta a revisão de enfoques metodológicos envolvendo as TICs no comércio internacional. A quarta seção descreve a estratégia metodológica do artigo, juntamente com a descrição do banco de dados utilizado. Por sua vez, a quinta seção traz as discussões acerca dos resultados estimados sobre os fluxos gerais e setoriais de comércio exterior. Por fim, a sexta seção expõe as considerações finais da pesquisa, enfatizando os principais resultados encontrados.

2 As tecnologias da informação e da comunicação (TIC) nas economias mundiais

Nos países em desenvolvimento, o alto custo das informações restringe as tomadas de decisões, dado o desconhecimento gerado nos agentes econômicos. O mercado acaba se tornando ineficiente, já que abre a possibilidade da existência da assimetria da informação, gerando vantagens para agentes com capacidade econômica de obter informações. A infraestrutura de telecomunicações tem a capacidade de reduzir os custos de transações, aumentando a produção agregada. Também apresentam aspectos positivos na redução da distância comercial e linguística entre países e regiões, pois facilitam o fluxo de informações. De modo geral, as telecomunicações reduzem os custos fixos de aquisição de informações e os custos variáveis da participação de mercados (NORTON, 1992). O impedimento comercial gerado pela distância geográfica, estabelecido por aplicações da equação de gravidade, caracteriza principalmente pela influência dos custos comerciais no comércio internacional (FINK; MATTOO; NEAGU, 2005). Cabe mencionar a presença dos custos de coordenação e de transações conectados a partir da localização dos ofertantes e demandantes. Além do custo de transporte, há custos comerciais que são gerados pelas distâncias e fronteiras como barreiras tarifárias e não-tarifárias, padrões de produção, impedimentos de comunicação e diferenças culturais (COMBES; MAYER; THISSE, 2008).

A presença de barreiras informacionais indica impedimento para a entrada no comércio internacional, pois países que compartilham idiomas, histórico e proximidade cultural tendem a realizar comércio entre si, pois essas variáveis apresentam papel significativo na redução das barreiras informacionais no comércio (CYRUS, 2012). O cenário comercial se reformulou devido às inovações baseadas nas Tecnologias de Informação e Comunicação, que ampliou os mercados das empresas, aumentando o número de clientes, a escala produtiva e os lucros. Essa revolução também causou o confronto entre as empresas concorrentes a nível mundial, incentivando ao acompanhamento das tendências de mercado. A infraestrutura tecnológica de um país cria ambiente para a adoção e evolução das TIC. As tecnologias de Internet determinam base de avanços contínuos de bens e serviços, novos mercados e modelos de negócios para a economia, gerando assim a base para o desenvolvimento do comércio eletrônico (CLARKE; WALLSTEN, 2006; XING, 2018).

Um dos canais de impacto advindo das TIC no crescimento econômico é o comércio internacional, pois o uso delas leva ao aumento dos fluxos de comércio diretamente, devido ao aumento dos bens de TIC comercializados no mercado mundial, e indiretamente, pela utilização das TIC nas empresas que proporcionam redução de custos comerciais ou produtivos, fora a expansão das relações comerciais entre os países. A Internet está cada vez mais se tornando importante para contatos internacionais entre empresas, quando comparadas com comunicações por telefones fixos e móveis (YUSHKOVA, 2014). É necessário considerar que as diferenças entre países irão originar difusões diferentes das TIC, devido ao nível de digitalização assimétrica entre e dentro dos países. Adoções diferentes das TIC causam disparidades que afetam ambos os países, exportadores e importadores. Com isso, há a necessidade de acatar as diferenças para fazer a análise precisa do efeito das TIC no comércio (RODRÍGUEZ-CRESPO; MARTÍNEZ-ZARZOSO, 2019). O canal de comércio bilateral entre países possibilita que empresas de países em desenvolvimento e menos desenvolvidos possam aprender a reproduzir produtos ou adotar tecnologia de alto nível de parceiros comerciais desenvolvidos, para venda no mercado interno ou no mercado mundial (XING, 2018).

A utilização da internet gera e distribui informações junto com ideias descentralizadas nos mercados que recorrem cada vez mais as informações como insumos. O maior uso dessa tecnologia pode acelerar a distribuição das novas ideias e informações, acarretando no aumento da concorrência e desenvolvimento de novos produtos, modelos de negócios, conseqüentemente, facilitando o crescimento macroeconômico (SALAHUDDIN; GOW, 2016). Friedman (1999) destaca o papel da Internet na redução dos custos de comunicação como uma das principais razões da globalização. O autor menciona sobre a capacidade das novas tecnologias de informação de construir o mundo mais sólido, dado que essas tecnologias permitem que países em desenvolvimento não apenas troquem suas matérias-primas em produtos acabados, possibilitando também que eles se tornem grandes produtores. As tecnologias também proporcionam para as empresas a localização de partes diferentes de sua produção, pesquisa e *marketing* em outros países, unidos por meio de computadores e teleconferência em apenas um local.

Há a possibilidade de que empresas com produtividade relativamente baixa se insiram nos mercados internacionais de países com infraestrutura adequada e aprimorada que facilitam o comércio. Um exemplo está relacionado à qualidade da infraestrutura de Internet que proporcionam uma facilitação que pode afetar os custos fixos da empresa em relação ao comércio. A interação entre fatores específicos da empresa, como por exemplo, a produtividade, com a utilização da Internet, determinada pela infraestrutura disponível de Internet no país sede da empresa, afeta os custos fixos de negociação de diversas maneiras (YADAV, 2014). O acesso à Internet também pode reduzir o custo de encontrar e se comunicar com clientes potenciais de outros mercados, aumentando a exportação de países em que a penetração da Internet é maior. Entretanto, se a Internet apenas substituir chamadas telefônicas e fax, é pouco provável que a mesma gere alto impacto nos custos da empresa exportadora, pois as despesas telefônicas e postais são bem baixas. A economia total do acesso à Internet será muito baixa se atuar apenas na substituição dos métodos de comunicação existentes (CLARKE; WALLSTEN, 2006).

3 As TICs no comércio internacional – revisão de enfoques metodológicos

Em termos de aplicação, a literatura aplicada utiliza principalmente uma abordagem econométrica para modelos gravitacionais estendidos ao comércio bilateral a fim de avaliar os impactos das tecnologias de informação e comunicação (TIC) em diferentes escalas setoriais e/ou regionais. Essas abordagens econométricas levam em conta tecnologias específicas ou um conjunto delas, como internet e telefones móveis, para referenciar e mensurar as infraestruturas de TIC em um país ou região. A seguir, os estudos aplicados são revisados por ordem cronológica, cujas análises se concentram ao comércio internacional entre países, especialmente para avaliar

os efeitos sobre exportação e importação de bens, custos comerciais, abertura comercial e globalização.

Essa revisão empírica também indica aperfeiçoamentos dos modelos e abre novas lacunas de análises que versam sobre a relação entre comércio internacional, informação e barreiras não tarifárias. Por exemplo, Freund e Weinhold (2004) avaliaram o estímulo da internet no comércio internacional em 56 países a partir de regressões de séries temporais e *cross-sections*, no período de 1995 a 1999. Os resultados conclusivos apontam que, um aumento de 10 pontos percentuais no crescimento de hosts em um país aumenta cerca de 0,2 pontos percentuais no crescimento das exportações. Há também a presença de evidências indicando crescimento enviesado por proximidade, ou seja, menor para países mais distantes, porém, sem evidências de que a Internet afeta esse viés. A redução nos custos fixos da Internet provavelmente irá provocar o crescimento das exportações, e a relação da Internet com a distância e o comércio internacional é indireta, ou seja, o aumento da concorrência devido ao desenvolvimento influenciado pela melhora nas telecomunicações, bem como eleva o efeito geral da relação entre distância e comércio.

Já Clarke e Wallsten (2006) questionaram se o aumento das exportações dos países em desenvolvimento para países desenvolvidos ocorre devido ao aumento da penetração da Internet ou se a abertura comercial incentiva o uso da Internet. Para testar essa hipótese subjacente, os autores consideraram o uso da Internet como endógeno, utilizando como instrumento a regulamentação dos serviços de dados dos países. A base de dados contém 98 países desenvolvidos e em desenvolvimento, correspondentes ao ano de 2001. Os principais resultados evidenciaram que o acesso à Internet melhora o desempenho das exportações dos países em desenvolvimento, não apresentando o mesmo resultado para países desenvolvidos. A análise sugere que o bloqueio da concorrência nas telecomunicações de um país, ponto que influencia o desenvolvimento da Internet, causa a redução da penetração da Internet e a queda nas exportações para os países mais ricos.

Similarmente aos estudos supracitados, Demirkan *et al.* (2009) avaliaram se as TIC reduzem os custos associados ao comércio internacional entre países, com base em fluxos comerciais bilaterais e dados sobre distância geográfica de 175 países diferentes para o ano de 2005. Os autores utilizam um tradicional modelo gravitacional, com dados estatísticos coletados do banco de comércio e *commodities* da ONU, com intuito de determinar se as distâncias culturais e físicas são importantes na atuação das TIC nos fluxos comerciais. A metodologia envolve 14.551 combinações de países com intuito de identificar o efeito da distância entre eles no comércio. As estimativas desse estudo aplicado apontaram que fluxos comerciais são maiores entre países com maior uso de Internet, indicando que infraestrutura digital comum entre países aumentará o comércio. O uso das TIC impacta mais positivamente os fluxos de economias maiores, quando comparados com o impacto das economias menores, além de melhorar o comércio de países mais distantes quando comparado com os mais próximos.

Por seu turno, Liu e Nath (2013) analisaram o efeito das Tecnologias de Informação e Comunicação no comércio internacional dos mercados emergentes, a partir do painel de dados de 40 países emergentes entre 1995 a 2010. O modelo utilizado considera efeitos fixos e utiliza como principal variável explicativa de interesse as Tecnologias de Informação e Comunicação para os níveis de exportação e importação. Os resultados sugerem que assinaturas e hosts de Internet têm resultados significativos e positivos no comércio internacional dos países emergentes, indicando que é necessário o uso das tecnologias no país, não apenas a disponibilidade ou infraestrutura.

Por sua vez, Wang e Li (2017) utilizaram os dados de Tecnologias da Informação e Comunicação e de comércio bilateral do ano de 2013 a fim de analisar se as diferenças entre países em relação as TIC podem ser classificadas como fonte de vantagem comparativa no comércio internacional. Os resultados explicitam que, se o índice de desenvolvimento da TIC do país e a intensidade de P&D da indústria aumentar 1 desvio padrão, as exportações do país

aumentam em 10%. Países desenvolvidos na área da TIC têm vantagens comparativas nos setores intensivos em P&D e setores complexos de tarefas.

De modo similar, Visser (2019) analisou o efeito da penetração da Internet, utilizando de dados referente as assinaturas de banda larga, nas margens intensivas e extensivas de exportações, além de avaliar se a Internet consegue ocupar a lacuna linguística existente no comércio internacional, no período entre 1998 e 2014. O autor trabalhou com dados em painel de 162 exportadores e 175 destinos, utilizando uma especificação do modelo de gravidade para atender aos objetivos do artigo. Os resultados apontam a associação positiva entre o aumento da penetração da Internet e as margens de exportações diferenciadas. O aumento da penetração da Internet pode diminuir a lacuna referente a distância linguística, tanto nas margens intensivas quanto nas extensivas das exportações diferenciadas. O investimento em infraestrutura em Internet pode apontar maiores benefícios marginais para países de baixa renda, indicando possível ação para os formuladores de política pública a fim de melhorar a competitividade dos exportadores.

Por fim, Rodríguez-Crespo e Martínez-Zarzoso (2019) utilizaram do modelo de gravidade voltado para o comércio, com intuito de analisar o efeito do uso da Internet nos fluxos agregados comerciais. Os autores trabalham com a estimação por máxima verossimilhança de pseudo-poisson (PPML), que permite capturar as resistências multilaterais variáveis no tempo (MRT) e amortecem a heterocedasticidade nos fluxos comerciais, utilizando amostra de exportações bilaterais de 120 países no período de 2000 a 2014. Os países estão segmentados de acordo com o grau de complexidade do produto. Os resultados indicam que o uso da Internet aumenta o comércio, e a segmentação por complexidade do produto é sensível ao uso da Internet, quando comparado pela segmentação por nível de renda. Países tendem a comercializar mais se há níveis semelhantes de uso das TIC associados a graus semelhantes de complexidade do produto.

Em suma, diante das evidências empíricas sobre o comércio internacional e as TIC, observa-se que, em geral, a análise se concentra na estimação de um modelo gravitacional por vários métodos a fim de alcançar a consistência das estimações. Tradicionalmente, a estimação por PPML é a mais difundida dentro da literatura aplicada, justamente por fornecer alternativas para a solução de problemas com fluxo nulo de comércio e heterocedasticidade. Em relação aos possíveis problemas de endogeneidade, várias pesquisas aplicadas adotam variáveis defasadas ao invés das contemporâneas, enquanto outros estudos buscam instrumentos para os modelos econométricos. A estimação com efeitos fixos é também bastante difundida dentro dos escopos empíricos, respeitando a estrutura do modelo teórico para evitar viés de variável omitida. Assim, em conformidade com os estudos aplicados, a próxima seção deste artigo detalhará as questões e soluções para a estimação de um modelo gravitacional.

4 Metodologia

A análise do efeito da internet no comércio internacional entre as economias mundiais procederá a partir de uma estimação econométrica sobre a seguinte equação básica do modelo gravitacional:

$$\ln X_{ij,t} = \beta_0 + \beta_1 inter_{ij,t} + \beta_Z Z + u_i + u_j + u_t + e_{ij,t} \quad (1)$$

em que o subscrito i indica o país de origem do fluxo comercial, enquanto j denota o país de destino em um determinado tempo (t). Já a variável $inter_{ij,t}$ representa o produto de assinaturas de banda larga por 100 pessoas entre os países i e j . As variáveis de controle do modelo gravitacional estão inseridas no vetor Z . Os termos u são os efeitos fixos correspondentes ao exportador, importador e ao tempo.

A estimativa do modelo gravitacional (eq. 1) exige certa estratégia com o objetivo de contornar viés e inconsistência nas estimações (ÁLVAREZ *et al.*, 2018; FREUND; WEINHOLD, 2004; RODRÍGUEZ-CRESPO; MARTÍNEZ-ZARZOSO, 2019; SANTOS SILVA; TENREYRO, 2006; VEMURI; SIDDIQI, 2009; VISSER, 2019; YOTOV *et al.*, 2016). Nessa variante, a literatura aplicada indica caminhos e soluções tanto para a estrutura de dados quanto à estimação, quais sejam: (i) fluxos comerciais nulos e heterocedasticidade; (ii) tratamento da endogeneidade; e (iii) termos de resistência multilateral e erro de especificação.

A estimação do modelo gravitacional por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) não considera os fluxos comerciais nulos, pois as observações são simplesmente excluídas no momento de estimação quando o fluxo de comércio é transformado para o formato log-linear (YOTOV *et al.*, 2016). A eliminação das observações nulas dentro do fluxo comercial pode gerar o truncamento da amostra. Outro ponto a ser destacado da estimação por MQO é que ela superestima os papéis dos laços coloniais e das proximidades geográficas entre os países. Esse aspecto aponta que a desigualdade de Jensen influi nas estimativas das equações de gravidade, levando até mesmo a conclusões enganosas e distorcidas. A transformação não linear do modelo empírico na presença de heterocedasticidade apresenta estimativas severamente enviesadas, pois o valor esperado do logaritmo de uma variável aleatória é dependente dos momentos de ordem superior de sua distribuição. Com erros heterocedásticos, a transformação do erro revela correlação com as covariáveis. A transformação logarítmica gera o truncamento da amostra, pois é incompatível com a existência de fluxos comerciais nulos (SANTOS SILVA; TENREYRO, 2006).

A desigualdade de Jensen implica que $E(\ln y) \neq \ln E(y)$, ou seja, o valor esperado do logaritmo de uma variável aleatória é diferente do logaritmo do valor esperado, havendo certa negligência no que se refere a aplicações empíricas econômicas ao desconsiderar esse problema. A prática comum de interpretar parâmetros log-lineares estimados por Mínimos Quadrados Ordinários podem causar resultados tendenciosos, devido à presença de heterocedasticidade¹ (SANTOS SILVA; TENREYRO, 2006).

A estimação por Poisson com Pseudo-Máxima Verossimilhança (PPML) incorpora a questão dos fluxos comerciais nulos na estimação. Além disso, o estimador é consistente na presença de heterocedasticidade, devido à desigualdade de Jensen existentes em estimadores log-linearizados que alteram as estimativas (VISSER, 2019). O método PPML é robusto a diferentes padrões de heterocedasticidade, além de tratar naturalmente com a presença de fluxos comerciais nulos no banco de dados relativo ao comércio (SANTOS SILVA; TENREYRO, 2006). A partir de uma revisão dos estudos aplicados com modelos de gravidade, Kabir, Salim e Al-Mawali (2017) enfatizam a importância da estimação por PPML para corrigir os problemas de heterocedasticidade a fim de alcançar estimativas consistentes dos parâmetros gravitacionais.

A consistência do método PPML apresenta apenas uma única condição: a especificação correta de sua média condicional, $E[y_i | x] = \exp(x_i B)$. Os dados não precisam seguir uma distribuição Poisson, nem y_i ser um número inteiro para garantir um estimador consistente baseado na função de probabilidade de Poisson (SANTOS SILVA; TENREYRO, 2006).

Como exposto por Visser (2019), as exportações podem induzir o governo a aumentar a penetração da Internet, que conseqüentemente aumenta o comércio, gerando, então, um possível problema de endogeneidade. A literatura aplicada sugere trabalhar com as defasagens das

¹ Santos Silva e Tenreyro (2006) aplicaram o teste RESET robusto à heterocedasticidade no modelo gravitacional atendendo a quatro métodos de estimação: Mínimos quadrados ordinários (MQO), Tobit, Mínimos quadrados não-lineares e Pseudo-poisson máxima verossimilhança (PPML). Para as estimações envolvendo MQO, o fluxo comercial foi abordado tendo em conta o logaritmo do fluxo sem nenhuma transformação e o logaritmo somando um para evitar a exclusão das observações com fluxo nulo no momento de estimação. Para o PPML, considerou apenas fluxos maiores que zero em uma estimação e considerando o fluxo zero na outra. Apenas os modelos envolvendo PPML passaram no teste.

variáveis potencialmente endógenas ao invés do valor contemporâneo na estimação do modelo gravitacional, pois as mesmas são pré-determinadas e não são afetadas por choques ocorridos no período atual (ÁLVAREZ *et al.*, 2018; FREUND; WEINHOLD, 2004; VEMURI; SIDDIQI, 2009)

Para resolver o problema de endogeneidade entre a Internet e as exportações, Freund e Weinold (2004) defasaram a variável responsável pela penetração da Internet em dois anos, assumindo o pressuposto de que o fluxo de exportações do ano t não influenciaram as assinaturas de banda larga do ano $t-2$. Já Rodriguez-Crespo e Martínez-Zarzoso (2019) defasaram a variável de penetração da Internet em um ano, cuja variável, em seguida, foi ponderada com a distância entre países (i.e. interação).

Outra possível abordagem para a resolução do problema de endogeneidade é o método dos Mínimos Quadrados Generalizados de Dois Estágios (2SLS) mediante a especificação de um instrumento exógeno que possa explicar o grau de penetração da Internet em um determinado país. Visser (2019) menciona que a adoção de uma variável instrumental com a finalidade de resolver o problema de endogeneidade entre a penetração da Internet e o fluxo de comércio requer que ela apresente uma variação bilateral no ano sem correlação com o comércio. O autor destaca que esse tipo de variável não foi ainda devidamente encontrado por ele e nem por outras pesquisas aplicadas. Em geral, os instrumentos presentes na literatura aplicada foram julgados por Visser (2019) como ineficientes por apresentar apenas variações unilaterais ou não serem exógenos ao fluxo comercial.

Os termos de resistência multilateral (MRT), variáveis no tempo, são as características não observáveis de países terceiros, tais como as políticas, tarifas e regulamentos, que podem estimular algum tipo de alteração nas relações comerciais bilaterais de países. Os efeitos *exporter-time* e *importer-time* precisam ser adicionados como efeitos fixos no modelo com intuito de controlar o efeito das resistências multilaterais não-observáveis e para evitar erro de especificação do modelo gerado pelo viés de omissão e pela inconsistência dos coeficientes de regressão, já que juntamente com os efeitos fixos de tempo, esses coeficientes pertencem a derivação teórica do modelo (ANDERSON; VAN WINCOOP, 2003; BALTAGI; EGGER; PFAFFERMAYR, 2003).

Para evitar o problema envolvendo a omissão de variáveis importantes no modelo gravitacional, uma possível solução é criar essas variáveis fictícias e incorporar dentro do painel de dados, controlando esses efeitos não-observáveis (YOTOV *et al.*, 2016). A criação desses efeitos fixos absorve os efeitos das variáveis variantes no tempo (e.g. o PIB). Entretanto, a presença de MRT com variação temporal gera colinearidade com variáveis de Produto Interno Bruto (PIB) e da Internet (RODRÍGUEZ-CRESPO; MARTÍNEZ-ZARZOSO, 2019). Para contornar esse problema, Martínez-Zarzoso e Márquez-Ramos (2019) adotam efeitos fixos que variam após cinco anos com objetivo de captar variação exógena, justificando que as alterações das características não-observáveis, como por exemplo, mudanças nas leis, políticas ou instituições não acontecem imediatamente, sendo necessário um período de implementação da mudança.

4.1 Base de Dados

Para avaliar o efeito da penetração da Internet no comércio internacional a partir de um modelo gravitacional, este artigo conta com uma amostra de 53 países² heterogêneos, sendo 14 localizados na América, 16 na Europa, 19 na Ásia, 4 na África e 1 na Oceania, para o período

² (i) Américas: Argentina, Bolívia, Brasil, Canadá, Chile, Colômbia, Equador, Estados Unidos, México, Jamaica, Panamá, Paraguai, Peru, Uruguai; (ii) Europa: Alemanha, Bélgica, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Itália, Holanda, Noruega, Polônia, Portugal, Reino Unido, República Dominicana, Suécia, Suíça; (iii) Ásia: Arábia Saudita, Bahrein, Catar, China, Cingapura, Coreia do Sul, Emirados Árabes Unidos, Filipinas, Hong Kong, Índia, Indonésia, Israel, Japão, Malásia, Omã, Rússia, Tailândia, Turquia, Vietnã; (iv) África: África do Sul, Argélia, Egito, Marrocos; (v) Oceania: Austrália.

entre 2000 e 2016. O número de países escolhidos corresponde a compatibilização entre a base de dados ideal para o estudo (26,5% dos países presentes na base) e os controles necessários para a presente análise. O recorte temporal se justifica devido à disponibilidade de dados para a Internet dentro do período analisado, no qual foram necessárias adotar defasagens temporais da variável em questão que possibilitaram a análise do objeto de estudo iniciando a partir do ano 2000 e finalizando no ano de 2016. A principal variável explicativa representa a penetração da Internet no comércio internacional e contabiliza o número de assinaturas de banda larga de um país por 100 pessoas, pois as assinaturas estão relacionadas a um conjunto mais restrito de tecnologias do que o uso da Internet, tornando a análise mais comparável ao longo do tempo com mudanças heterogêneas de tecnologias entre países. Os dados são obtidos nos *World Development Indicators* (WDI) do Banco Mundial. O Quadro 2 reporta a descrição das variáveis que serão utilizadas no modelo gravitacional, juntamente com o sinal esperado e a fonte referente à coleta dos dados.

Quadro 2 – Descrição das variáveis

Variável	Descrição	Unidade	Sinal esperado	Fonte
Y	Fluxo comercial FOB	US\$ bilhão		BACI - CEPII
D ₁	Fronteira comum	Dicotômica	+	CEPII
X ₁	distância geográfica	Quilômetro	-	CEPII
D ₂	Colônia do país parceiro	Dicotômica	+	CEPII
D ₃	Acordo Regional de Comércio	Dicotômica	+	Mario Larch's RTA
X ₂	Diferença de fuso horário	Horas	-	CEPII
X ₃	Religião comum entre países	Escala (0 – 1)	+	CEPII
X ₄	Distância linguística	Escala (0 – 1)	-	Melitz e Toubal (2014)
D ₄	Moeda comum entre países	Dicotômica	+	CEPII
D ₅	Colonizador comum	Dicotômica	+	CEPII
X ₆	Produto Interno Bruto do país	US\$ bilhão	+	CEPII
X ₇	assinatura de banda larga por 100 pessoas	Número de pessoas	+	WDI

Fonte: Elaboração própria.

Por seu turno, no conjunto das variáveis explicativas há a variável de dissimilaridade linguística, que será representada pela formulação da distância linguística. Essa variável foi proposta por Visser (2019), inspirado em Melitz e Toubal (2014), que constroem a medida de proximidade linguística por meio de variáveis que conseguem indicar semelhanças linguísticas entre países. Através das semelhanças linguísticas presentes na literatura aplicada, o autor elabora a distância linguística e insere a mesma no modelo gravitacional. A justificativa é que a atuação de apenas uma medida de linguagem comum, que geralmente é adotada como dicotômica, que indica se há ou não linguagem comum entre países, não é suficiente para abordar a influência da linguagem no comércio internacional. Além disso, a utilização dessa variável binária subestimaria o efeito da linguagem comum dentro do modelo gravitacional, conforme aponta Melitz e Toubal (2014).

Já os fluxos de comércio bilateral são valorados por *Free On Board* (FOB) e pertencem ao banco de dados da *Base Analytique du Commerce International* (BACI) do *Centre d'Etudes Prospectives et d'Informations* (CEPII) para os anos 2000-2016. A base de dados disponibiliza os fluxos internacionais entre países, não contando com os fluxos intranacionais. Os valores estão representados em de US\$ bilhões correntes do ano de 2018 para todos os países analisados. A base trabalha com os dados brutos pertencentes a COMTRADE (UNITED NATIONS, 2021), conciliando as declarações entre exportador e importador, que podem ser diferentes no momento de declaração. O fluxo de países é harmonizado diante da eliminação dos custos CIF (*Cost, Insurance and Freight*) para a obtenção das importações FOB de todos os países, o que consequentemente reproduz fluxos idênticos de exportação e importação entre os pares de países.

Os dados advindos do COMTRADE e do CEPII estão presentes em vários estudos dentro da literatura empírica (CLARKE; WALLSTEN, 2006; OSNAGO; TAN, 2016; RODRÍGUEZ-CRESPO; MARTÍNEZ-ZARZOSO, 2019; VISSER, 2019; WANG; LI, 2017), além de ser possível de obter informações desagregadas por produto para análises setoriais, por exemplo.

Como alternativa, este artigo adota a base de dados *International Trade and Production Database for Estimation* (ITPD-E), que contém dados consistentes de comércio internacional e doméstico para 243 países, 170 setores econômicos durante 17 anos. Por conveniência, as atividades setoriais foram agregadas em cinco grandes setores, quais sejam: agricultura, mineração, energia, manufatura e serviços entre os anos de 2000 até 2016. Essa base de dados tem a vantagem de ser adequada para estimativas, pois possui uma cobertura detalhada e abrangente das setores produtivos, assim como compreende um número maior de países (BORCHERT *et al.*, 2020). Diferente do banco de dados da BACII, os dados da ITPD-E permite estimar os efeitos do setor de serviços devido à disponibilidade do fluxo comercial. É possível comparar as estimações obtidas por ambas as bases e verificar a consistência e estabilidade dos resultados alcançados, especialmente dentro do mesmo recorte temporal próximo.

As variáveis de controle do modelo gravitacional advêm do *Centre d'Etudes Prospectives et d'Informations* (CEPII), como: (i) distância geográfica ponderada pela participação da maior cidade no total da população do país (em quilômetros); (ii) PIB dos países exportadores e importadores; (iii) variável dicotômica se há ou não a presença de relação colonial entre ambos os países; (iv) variável dicotômica se existe a presença contiguidade entre as economias internacionais; (v) diferença em relação ao fuso horário; (vi) variável índice que denota o grau de religião comum entre países; (vii) variável dicotômica que indica se os países foram colonizados pelo mesmo colonizador ou não; e (viii) outra variável dicotômica se as moedas são idênticas ou não entre os países. Para o controle dos acordos regionais do comércio, os dados foram obtidos da base de dados *Mario Larch's Regional Trade Agreements* (EGGER; LARCH, 2008), que disponibiliza todos os acordos comerciais multilaterais e bilaterais que foram notificados a Organização Mundial do Comércio de 1950 a 2019.

Os controles gravitacionais buscam manter a consistência teórica dentro da adoção empírica, tanto que é visualizado em grande parte das aplicações empíricas envolvendo o modelo gravitacional. Por exemplo, as variáveis tradicionais do modelo gravitacional como: distância geográfica, PIB, relação colonial, contiguidade, colonizador comum e moeda idêntica seguem Sousa (2012), Santos Silva e Tenreyro (2006), Yotov *et al.* (2016), Osnago e Tan (2016) e Visser (2019). O índice que denota o grau de religião comum entre países segue Disdier e Mayer (2007). Para a diferença em relação ao fuso horário, a referência está no estudo de Egger e Larch (2013).

Os sinais esperados para cada variável seguem os estudos aplicados que abordaram o modelo gravitacional para o comércio internacional, tendo em vista os controles padrões estabelecidos nos estudos aplicados sobre o tema e a abordagem assumindo a penetração da Internet no comércio (EGGER; LARCH, 2013; MARTÍNEZ-ZARZOSO; MÁRQUEZ-RAMOS, 2019; RODRÍGUEZ-CRESPO; MARTÍNEZ-ZARZOSO, 2019; SANTOS SILVA; TENREYRO, 2006; VISSER, 2019).

5 Resultados

Para apresentar os efeitos estimados da Internet sobre o comércio internacional entre os países em estágios distintos de desenvolvimento, a estratégia é apresentar as estimativas em duas etapas sucessivas. A primeira etapa fornecerá as estimativas das variáveis selecionadas contra o fluxo de comércio sem discriminá-lo por grande atividade econômica. Essa seção apresentará ainda as estimativas de setores primários e secundários a fim de completar a discussão do fluxo geral de comércio exterior. Em seguida, a segunda etapa abordará as estimativas do comércio de cada setor econômico, justamente para obter um refinamento de como o comércio de cada setor

é influenciado pela Internet no período. Nessa segunda etapa, espera-se que as respostas sejam distintas, uma vez que o padrão da pauta de comércio exterior é diferente entre os países da amostra, especialmente entre aqueles classificados como desenvolvidos e os em desenvolvimento. Por exemplo, em geral, os produtos manufaturados de países desenvolvidos apresentam uma participação relativamente maior na pauta exportadora do que a de um país em desenvolvimento, que é caracterizada por uma presença maior de produtos primários e tradicionais. Por fim, como as exportações de serviços são intangíveis, mas mais intensiva no uso de serviços de informação, a relação das variáveis selecionadas com este tipo de comércio apresenta provavelmente uma dinâmica de comércio exterior diferente se comparada com a da agropecuária e da indústria.

5.1 Efeitos estimados sobre o fluxo geral de comércio exterior

Com todos os 53 países dentro do painel de dados, há 2.756 pares de países interagindo via comércio internacional dentro do período de análise. Todas as estimações adotam o erro-padrão robusto à heterocedasticidade, já que os modelos estimados via Mínimos Quadrados Ordinários exibem a presença de heterocedasticidade controlados pelos testes Breusch-Pagan e White rejeitando a hipótese nula de variância constante. O modelo PPML incorpora a robustez em relação a heterocedasticidade em sua estimação.

A inclusão dos termos de resistência multilateral (MRT) como efeitos fixos para absorção das variações variáveis no tempo, como foi discutido no capítulo metodológico, podem acarretar colinearidade com as variáveis responsáveis pela Internet e pelo Produto Interno Bruto (PIB). Juntamente a isso, a introdução de intervalos deve ser empregue com intuito de permitir o ajuste nos fluxos de comércio bilaterais em razão à resposta de política comercial ou de mudanças nos custos comerciais. Intervalos de três, quatro ou cinco anos entregam resultados semelhantes em relação às estimativas levando em conta o painel completo (YOTOV *et al.*, 2016). Assim, a estimativa pelos modelos gravitacionais procede a partir de intervalos de quatro anos para que os efeitos fixos consigam captar possíveis variações exógenas que possam influenciar nas estimações. A Tabela 2 reporta os resultados da Equação (12) para o fluxo comercial (em US\$ milhão) de 53 países com características distintas, para o período 2000-2016, com intervalos temporais de quatro anos. Os métodos adotados para estimação são: Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) e Pseudo-poisson de Máxima Verossimilhança (PPML).

Após o controle proposto, os resultados para o produto das assinaturas de banda larga entre países retratam coeficientes próximos ao estimado pelo painel completo, no qual o choque que ocasionaria a duplicação da rede de assinaturas de banda larga entre países provocaria o aumento do fluxo comercial de 0,70%. O resultado estimado por PPML sugere que o aumento das assinaturas de banda larga pode diminuir os custos fixos e variáveis e aumentar o fluxo comercial entre os países.

Embora o impacto das variáveis de internet seja pequeno na visão agregada, quando comparado com outros controles presentes na modelagem gravitacional, a variável de Internet não depende de qualquer tipo de relação histórica entre países ou de acordos envolvendo questões políticas, pois se trata de uma questão maleável que pode ser facilmente manipulável (LIN, 2015; VISSER, 2019). Osnago e Tan (2016) apontam que a maior adoção da Internet permite que o exportador encontre mais compradores para seus produtos, aumentando a gama de produtos exportados, conseqüentemente, gerando maior fluxo comercial entre países.

O impacto da internet no setor primário (produtos animais, vegetais e minerais) foi maior que o impacto da amostra como um todo. Ou seja, ao duplicar o número de assinaturas de banda larga entre países parceiros teve-se provavelmente um aumento de 5,30% no fluxo comercial. Os resultados para o setor secundário (produtos das indústrias químicas, plástico, borracha, alimentos preparados, peles, couros, obras de madeira, papel, têxteis, calçado, guarda chuva, obras de pedra,

gesso, metal base, máquinas e aparelhos mecânicos, instrumentos e aparelhos de óptica, armas, munições e manufaturas diversas) não foram estatisticamente significativos. O efeito da Internet na diminuição do custo comercial para o setor foi maior que o encontrado para a amostra agregada, mostrando que o investimento nas redes de assinatura entre países pode ser uma importante abordagem para países dependentes do setor primário, já que expõe ganho elevado de fluxo comercial para o setor. Todavia, como mencionado por Osnago e Tan (2016), a maior adoção de acesso à Internet em um país exportador pode reduzir as exportações de bens homogêneos por serem menos intensivos em informação, devido à negociação por meio da bolsa de valores ou por causa dos preços de referência.

Tabela 2 – Resultados estimados com intervalo temporal de quatro anos (2000 - 2016)

Descrição da variável	Variável dependente: Fluxo comercial FOB				
	(1) MQO	(2) MQO	(3) PPML	(4) Setor primário (PPML)	(5) Setor secundário (PPML)
Acordo regional de comércio	0,398*** (0,094)	0,324*** (0,115)	0,288*** (0,061)	0,153 (0,130)	0,327*** (0,052)
Distância geográfica (log)	-0,741*** (0,085)	-0,938*** (0,109)	-0,531*** (0,050)	-1,116*** (0,111)	-0,505*** (0,047)
Colônia do país parceiro	0,399*** (0,138)	0,542*** (0,156)	0,007 (0,090)	-0,018 (0,199)	0,047 (0,088)
Fronteira comum	0,904*** (0,190)	0,405** (0,203)	0,548*** (0,069)	0,426*** (0,148)	0,504*** (0,066)
Diferença de fuso horário	-0,027 (0,017)	-0,061*** (0,017)	-0,038*** (0,011)	0,013 (0,025)	-0,040*** (0,010)
Religião comum	1,278*** (0,212)	1,793*** (0,215)	0,223* (0,125)	-0,711** (0,282)	0,513*** (0,111)
Colonizador comum	-0,554 (0,553)	-0,734 (0,483)	0,372* (0,203)	0,344 (0,350)	0,388** (0,184)
Distância linguística	1,250*** (0,302)	1,096*** (0,349)	0,125 (0,141)	-0,947** (0,372)	0,235** (0,117)
Moeda comum	-0,389** (0,193)	-1,052*** (0,168)	0,039 (0,087)	-0,224 (0,233)	0,085 (0,077)
Produto do PIB (log)	1,213*** (0,030)	1,129*** (0,078)	0,738*** (0,034)	0,556*** (0,040)	0,778*** (0,038)
Assinaturas de banda larga (log) _(t-2)	-0,007*** (0,002)	-0,028*** (0,008)	0,007** (0,003)	0,053*** (0,007)	0,004 (0,004)
Constante	-38,233*** -1,376	-33,991*** -3,378	-20,780*** -1,459	-10,546*** -1,857	-22,844*** -1,653
<i>N</i>	13750	13750	13750	13750	13750
<i>Exporter-time</i>	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
<i>Importer-time</i>	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
<i>R</i> ²	0,524	0,658	0,913	0,734	0,945

Fonte: Resultados da pesquisa.

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

Em relação aos acordos regionais de comércio, a magnitude dos três modelos para o fluxo agregado apresenta semelhança e significância estatística. Para o modelo (3), estimado via PPML e controlado pelos efeitos fixos variantes no tempo do exportador e importador, o coeficiente obtido implica que os acordos regionais de comércio que entraram em vigor dentro do período de 2000 à 2016, em média, aumentaram o comércio em 33,43%. Visser (2019) apresenta que, para as exportações diferenciadas entre 1998 e 2014, os acordos aumentaram em média 41,05% do fluxo comercial. Já para as margens extensivas e intensivas, o aumento no fluxo comercial foi de 11,07% e 30,21%, respectivamente.

A variável responsável pela distância linguística foi estatisticamente significativa a 1% para ambos os modelos estimados por MQO, porém com sinal positivo diferente do estudo de Visser (2019), no qual é esperado que o aumento da distância linguística entre pares de países gere uma diminuição do comércio exterior entre países. Os resultados não convergem com as estimações realizadas por Visser (2019), que encontra a relação inversa entre a distância linguística e o fluxo comercial para todas as estimações via MQO, considerando as exportações diferenciadas e margens intensivas e extensivas do comércio internacional. A divergência pode estar relacionada devido à abordagem agregada que contempla todos os produtos comercializados entre os países dentro do período, já que nos modelos (4) e (5), estimados por PPML para os setores primário e secundário, as variáveis apontam significância estatística.

A variável é medida em uma escala contínua de 0 até 1. Para os resultados estimados para o setor primário, o aumento de 0,1 unidade na escala de distância linguística, *ceteris paribus*, acarretaria uma diminuição média de 9,47% no fluxo comercial entre países. Como mencionado por Melitz e Toubal (2014), a facilidade de comunicação dentro do comércio de bens homogêneos auxilia na compreensão dos problemas, já que a habilidade linguística nunca é irrelevante ao comércio. Mercadorias podem atrasar ou danificar, contratos podem não ser honrados, além da necessidade de recorrer a cláusulas de contrato. Os autores sugerem que, de modo geral, as empresas podem expandir seu comércio exterior na medida em que investe em mão de obra qualificada em línguas estrangeiras. Em relação ao setor secundário, a distância linguística não exhibe a relação esperada, dado que o aumento da distância linguística entre países, em média, ocasionaria o aumento do fluxo comercial. Melitz e Toubal (2014) dentro da análise dos fatores linguísticos no comércio bilateral entre 1998 à 2007, encontram coeficientes com maior magnitude para bens diferenciados quando comparado com os de bens homogêneos (1,237 contra 0,676) em relação a variável de proximidade linguística. Visser (2019) não encontra relação positiva entre a distância linguística e as margens intensivas e extensivas do comércio, juntamente com as exportações de bens diferenciados.

Por seu turno, a variável de distância euclidiana geográfica em quilômetros entre países os três modelos para o fluxo comercial agregado exibem coeficientes significativos. Pelo modelo PPML, por exemplo, o coeficiente estimado para essa variável sinaliza que a cada 10% de aumento da distância geográfica entre pares de países que realizam comércio, *ceteris paribus*, é esperado a queda de 5,31% do fluxo comercial entre eles. Para os setores primário e secundário, os sinais atendem o esperado, com significância a 1%. O setor primário exerce aproximadamente o dobro de influência na explicação do fluxo comercial entre países em relação ao setor secundário. Ou seja, o mesmo choque ocasiona a queda de 11,16% no fluxo comercial do setor primário. Esse ponto corrobora com a relação inversa em que países mais distantes tendem a negociar menos em relação a países próximos. Para resultados obtidos via PPML nos estudos aplicados que dialogam com os resultados alcançados, Osnago e Tan (2016) encontram coeficiente estimado de -0,869 para a distância geográfica, em que o choque de 10% de aumento da distância entre pares de países que realizam comércio gera uma diminuição de 8,69% no fluxo comercial entre eles. Para os resultados de Visser (2019), o mesmo choque para as margens extensivas implica na diminuição de 6,21% do fluxo comercial e de 5,37% no fluxo comercial das margens intensivas. Em suma, uma vez que a distância geográfica é atribuída como uma

referência de todas as fontes de custo de comércio inseridas representa a relação de comércio internacional, quanto maior essa barreira geográfica entre países, maior são os custos de comércio, desestimulando o comércio se comparado com possibilidades de comércio com países menos distantes (menor custo de comércio). Outro ponto de observação é que altos custos de comércio acompanham nas tomadas de decisões das empresas, dado que altos custos de comércio podem promover decisões de investimento em outras localidades, com intuito de maximizar os ganhos da empresa.

Já para o setor secundário, tendo em mente o mesmo choque, a queda no fluxo comercial seria de 5,05%. Como evidenciado por Borchert e Yotov (2017), na análise do comércio internacional de manufaturas para 69 países, em média, o efeito da distância geográfica no comércio internacional diminuiu ao longo do tempo, dentro do período de 1986 à 2006, provavelmente a partir dos impactos das novas tecnologias ou da fragmentação produtiva, o que explicaria o menor impacto da distância no setor secundário, mais intensivo em produção industrial, quando comparado com o setor primário. Outro ponto levantado pelos autores é de que a distância geográfica não perdeu força para vários países de baixa renda, colocando em risco a integração aos mercados globais. Para confirmação das evidências, busca analisar os resultados dos grandes setores da economia, que tornam o nível de desagregação do fluxo comercial maior

5.2 Efeitos estimados sobre o fluxo setorial de comércio exterior

Essa seção apresenta as estimativas por quatro de tipo de atividade econômica, cuja classificação é uma agregação derivada do banco de dados da ITPD-I. A Tabela 3 reporta os resultados estimativos no modelo gravitacional pelo método com efeitos fixos sobre o fluxo setorial de comércio exterior para os anos de 2000 até 2016, levando ainda em conta intervalos de quatro anos entre os períodos dentro do painel de dados.

O produto das assinaturas de banda larga entre pares de países para os grandes setores da agricultura, manufatura e serviços não apresentaram coeficientes significativos. Já para os grandes setores de energia e mineração, a aplicação do choque que duplica as redes de assinaturas de banda larga entre pares de países provocaria um aumento do fluxo comercial dos setores de 7,10%. Em relação à distância linguística, o ganho de 0,1 unidade na escala de distância linguística, *ceteris paribus*, provocaria uma diminuição média de 10,98 % no fluxo comercial dos grandes setores de energia e mineração. Para o grande setor de agricultura, os resultados foram diferentes, uma vez que o mesmo choque geraria em média o aumento no fluxo comercial do grande setor de 10,94%, não acompanhando os resultados discutidos para a Tabela 2.

O efeito da distância geográfica para o grande setor de manufatura transmite relação negativa com o fluxo comercial, além de menor magnitude quando comparado com os resultados obtidos para os grandes setores da agricultura, energia e mineração. Para o choque de 10% no aumento da distância geográfica entre pares de países que realizam comércio a diminuição de 6,38% no fluxo comercial do grande setor de manufatura é esperada. O mesmo choque para o grande setor de agricultura ocasiona a diminuição de 10,40% no fluxo comercial e para os grandes setores de energia e mineração o impacto gerado diminui o fluxo comercial para 15,26%. Como discutido na Tabela 2, o efeito da distância geográfica para o comércio das manufaturas diminuiu ao longo do tempo, conseqüentemente, gerando impacto em todos os custos comerciais envolvidos, que podem ser explicados pela fragmentação produtiva e na intensidade de novas tecnologias no setor. O setor de produtos diferenciados está alinhado a intensidade produtiva e informacional, absorvendo assim as tecnologias desenvolvidas dentro do cenário mundial.

Já o setor de produtos homogêneos não se beneficia tanto desses fatores que diminuem os custos comerciais, que é evidenciado pela magnitude da distância geográfica dentro dos respectivos grandes setores da agricultura, energia e mineração. Outra colocação se deve ao fato de que o padrão da pauta de comércio exterior distinto entre os países da amostra pode influenciar

nos resultados encontrados, devido ao impacto relativamente maior dos produtos manufaturados na balança comercial dos países desenvolvidos, comparado com os países em desenvolvimento, que refletem na magnitude dos custos comerciais inseridos dentro de cada grande setor da economia.

Tabela 3 – Estimativas pelo método PPML sobre o fluxo setorial de comércio exterior com intervalo de quatro anos (2000 - 2016)

Descrição da variável	Variável dependente: Fluxo comercial FOB			
	(1)	(2)	(3)	(4)
	Agricultura	Energia e Mineração	Manufatura	Serviços
Acordo regional de comércio	0,188* (0,103)	0,078 (0,166)	0,260*** (0,055)	0,427 (-)
Distância geográfica (log)	-1,040*** (0,117)	-1,526*** (0,173)	-0,638*** (0,048)	-0,449 (-)
Colônia do país parceiro	0,072 (0,217)	0,293 (0,260)	-0,009 (0,091)	0,235 (-)
Fronteira comum	0,383*** (0,132)	0,582*** (0,211)	0,329*** (0,066)	0,217 (-)
Diferença de fuso horário	0,015 (0,029)	0,057* (0,033)	-0,021** (0,010)	-0,014 (-)
Religião comum	0,490** (0,245)	-0,726* (0,418)	0,378*** (0,117)	0,960 (-)
Colonizador comum	0,356 (0,271)	0,147 (0,380)	0,297* (0,156)	-0,090 (-)
Distância linguística	1,094*** (0,279)	-1,098** (0,556)	0,176 (0,134)	-0,309 (-)
Moeda comum	0,453*** (0,161)	-0,867** (0,418)	0,038 (0,077)	-0,142 (-)
Produto do PIB (log)	1,104*** (0,071)	1,015*** (0,087)	0,803*** (0,052)	4,379 (-)
Assinaturas de banda larga (log) _(t-2)	0,005 (0,020)	0,071*** (0,019)	0,001 (0,005)	0,000 (-)
Constante	-29,585*** (2,976)	-19,590*** (3,489)	-15,701*** (2,193)	-143,314 (-)
<i>N</i>	12860	12495	13230	5951
<i>Exporter-time</i>	Sim	Sim	Sim	Sim
<i>Importer-time</i>	Sim	Sim	Sim	Sim
R ²	0,777	0,791	0,941	0,898

Fonte: Resultados da pesquisa.

Erro padrão robusto em parênteses; * $p < 0,10$; ** $p < ,05$; *** $p < ,01$.

A amostra para o grande setor de serviços exibe número de observações menores que outros setores explicitados anteriormente. A dificuldade de se obter o fluxo comercial do setor de serviços é evidenciada nas principais bases de dados que trabalham com o comércio internacional, tanto que é exposto a dificuldade de obter dados sobre o comércio bilateral de serviços, devido à limitação do mesmo. Entre as justificativas, aborda a dificuldade de registrar com segurança os fluxos comerciais de serviços intangíveis e não armazenáveis (BORCHERT *et al.*, 2020). Para o

modelo estimado, a matriz de variância foi altamente singular, indicando alta correlação entre as variáveis. Consequentemente, não há estimadores únicos para o modelo do grande setor de serviços.³

Em suma, as estimativas pelo método PPML contêm evidências que podem refletir o verdadeiro efeito dos controles estabelecidos dentro dos fluxos comerciais, sejam eles agregados ou tratados por via setorial. O modelo PPML não gera questionamentos em relação aos fluxos nulos do comércio, já que para as estimações por MQO é necessário o incremento de uma constante marginal para evitar o truncamento da amostra, que podem originar magnitudes que não representam o real efeito dos controles inseridos na estimação do fluxo comercial entre pares de países.

6 Considerações finais

Este artigo ofereceu contribuições acerca dos efeitos da Internet no comércio internacional que abrange 53 países em distintos estágios de desenvolvimento. Mais especificamente, a estratégia de análise consistiu em avaliar o efeito da Internet no período entre 2000 e 2016, com ênfase no fluxo comercial agregado dos países, juntamente com os efeitos desagregados para os setores das economias internacionais. A hipótese é que a penetração da Internet, juntamente com a evolução tecnológica das telecomunicações, gerou a diminuição dos custos de transação, o que, conseqüentemente, influenciou positivamente no fluxo comercial entre os países a partir da redução das barreiras comerciais entre países, sejam elas referentes a questão linguística, cultural ou informacional, que podem influenciar nos custos fixos e variáveis do comércio. Para atingir o objetivo principal deste artigo, foram estimadas equações gravitacionais para o comércio internacional, considerando o método *Poisson-Pseudo Maximum Likelihood* (PPML).

Por seu turno, os resultados estimados para o fluxo comercial agregado obtidos por PPML exibe impacto de 0,70% no aumento do fluxo comercial, ao dobrar as redes de assinaturas de banda larga entre pares de países que possuem relações comerciais. Apesar de apontar impacto pequeno quando comparados com outros controles tradicionais do modelo gravitacional, as redes de assinaturas e de banda larga não dependem de nenhum tipo de relação histórica ou política entre países, já que pode advir de um instrumento de política pública no qual o país interessado esteja disposto em expandir suas redes de Internet. Essa colocação abre outros tipos de reflexões no qual as intervenções pelo aumento podem atuar de diversas vertentes, sejam elas públicas ou privadas, abrindo a questão da autonomia do país em decidir em qual cenário a evolução da Internet apontaria resultados melhores para a evolução comercial. Para os setores primário e secundário, o mesmo choque acarretaria aumento de 5,30% no fluxo comercial do setor primário, não apontando resultados estatisticamente significativos para o setor secundário. O ganho de comércio aponta um possível instrumento para países dependentes das exportações de bens pertencentes ao setor primário (de sua maioria bens homogêneos). Entretanto, a alta adoção de Internet dentro de um país pode influenciar a inversão produtiva do país, já que a alta intensidade de informações tende a motivar a diminuição da exportação de bens homogêneos, que ostentam preços tabelados e definidos pela bolsa de valores. Em relação à distância linguística, o setor primário pode investir na diminuição da mesma, dado que o aumento da distância entre países em 0,1, ocasionaria a diminuição de 9,47% no fluxo comercial do setor. Além disso, a presença de funcionários capacitados em língua estrangeira facilita a resolução de problemas que podem estar inseridos nas relações entre empresas e países, juntamente com a diminuição do risco de

³ O Fator VIF para as variáveis independentes do modelo indicam em média o valor de 1,72, apontando indícios que não há a presença de colinearidade entre as variáveis. A colinearidade está relacionada com os efeitos fixos do importador e exportador.

existir quebras de relações devido à dificuldade comunicativa entre eles. Pode apontar uma importante característica de estímulo ao comércio entre países distintos.

A análise da distância geográfica dentro do modelo gravitacional transparece a relação no qual os bens manufaturados estão em constante benefício do processo de globalização. Ou seja, o setor de manufaturas consegue absorver melhor os avanços tecnológicos, refletindo na redução dos custos comerciais que impactam fortemente no fluxo comercial entre países, pois as elasticidades encontradas são relativamente menores quando comparados com os outros grandes setores da agricultura e da energia e mineração (-0,638 contra -1,040 e -1,526).

Portanto, as implicações políticas desses resultados são diretas. As evidências mostram que investimentos na ampliação da rede de banda larga do país podem ocasionar ganhos comerciais, principalmente para os bens homogêneos. Acordos comerciais em favor ao desenvolvimento de redes de Internet tendem a elevar o fluxo comercial, como por exemplo, parcerias para o desenvolvimento das telecomunicações com objetivo de se obter novas tecnologias de informação e comunicação, como o 5G. Levando em consideração o grau de expansão das redes de assinatura, há a possibilidade de transição da pauta exportadora dos países de bens homogêneos para bens intensivos em informação, de modo que a ampliação pode seguir caminhos de crescimento e desenvolvimento econômico diferentes que no fim favorecem positivamente o ganho de capital do país. Ou seja, o mercado pode ficar ainda mais dependente das exportações de bens homogêneos ou desenvolver incentivos para a instalação de fábricas estrangeiras e nacionais, graças a intensidade de informações que diminui a incerteza nas decisões e facilita o acesso ao país devido ao ambiente *web*. Há também a possibilidade da criação de capacitação linguística avançada no ensino médio, que podem ocasionar a disponibilidade de profissionais que tendem a facilitar a resolução dos problemas relacionados ao comércio bilateral entre países, devido à dificuldade de especialização de alguns profissionais dentro de países pobres, que diminuem a inserção ao mundo globalizado.

A limitação do estudo se dá a indisponibilidade de dados para o grande setor de serviços, que poderiam expor impactos e discussões sobre o ambiente *online* e a inserção plena do setor. O desenvolvimento dos dados para o grande setor acima de países heterogêneos localizados em diversas posições continentais pode contribuir em referência a encontrar efeitos da inserção das tecnologias de informação e comunicação para o caso em questão.

REFERÊNCIAS

- ÁLVAREZ, I. C. *et al.* Does Institutional Quality Matter for Trade? Institutional Conditions in a Sectoral Trade Framework. *World Development*, v. 103, p. 72–87, 1 mar. 2018.
- ANDERSON, J. E.; VAN WINCOOP, E. Gravity with gravitas: A solution to the border puzzle. *American Economic Review*, v. 93, n. 1, p. 170–192, mar. 2003.
- BALTAGI, B. H.; EGGER, P.; PFAFFERMAYR, M. A generalized design for bilateral trade flow models. *Economics Letters*, v. 80, n. 3, p. 391–397, 1 set. 2003.
- BORCHERT, I. *et al.* The International Trade and Production Database for Estimation (ITPD-E). *International Economics*, 24 ago. 2020.
- BORCHERT, I.; YOTOV, Y. V. Distance, globalization, and international trade. *Economics Letters*, v. 153, p. 32–38, 1 abr. 2017.
- CLARKE, G. R. G.; WALLSTEN, S. J. Has the Internet Increased Trade? Developed and Developing Country Evidence. *Economic Inquiry*, v. 44, n. 3, p. 465–484, 1 jul. 2006.
- COMBES, P.-P.; MAYER, T.; THISSE, J.-F. Space in Economic Thought. *Economic Geography*. The Integration of Regions and Nations. [S.l.]: Princeton University Press, 2008. p. 26–50. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/j.ctvcm4h9k.6>>.
- CYRUS, T. L. Cultural distance and bilateral trade. *Global Economy Journal*, v. 12, n. 4, 17 nov. 2012.
- DE SOUSA, J. The currency union effect on trade is decreasing over time. *Economics Letters*, v. 117, n. 3, p. 917–920, 1 dez. 2012.
- DEARDORFF, A.; STERN, R. Measurement of Non-Tariff Barriers. *OECD Economics Department Working Papers*, v. 179, p. 1–117, 1997. Disponível em: <<https://doi.org/10.1787/568705648470>>.
- DEMIRKAN, H. *et al.* Does Distance Matter? The Influence of ICT on Bilateral Trade Flows. *GlobDev 2009*, 14 dez. 2009. Disponível em: <<https://aisel.aisnet.org/globdev2009/17>>. Acesso em: 12 maio 2020.
- DISDIER, A. C.; MAYER, T. Je t’aime, moi non plus: Bilateral opinions and international trade. *European Journal of Political Economy*, v. 23, n. 4, p. 1140–1159, 1 dez. 2007.
- EGGER, P. H.; LARCH, M. Time zone differences as trade barriers. *Economics Letters*, v. 119, n. 2, p. 172–175, 1 maio 2013.
- EGGER, P.; LARCH, M. Interdependent preferential trade agreement memberships: An empirical analysis. *Journal of International Economics*, v. 76, n. 2, p. 384–399, 1 dez. 2008.
- FINK, C.; MATTOO, A.; NEAGU, I. C. Assessing the impact of communication costs on international trade. *Journal of International Economics*, v. 67, n. 2, p. 428–445, 1 dez. 2005.
- FREUND, C. L.; WEINHOLD, D. The effect of the Internet on international trade. *Journal of International Economics*, v. 62, n. 1, p. 171–189, 1 jan. 2004.
- FRIEDMAN, T. L. *The Lexus and the Olive Tree: Understanding Globalization*. New York: Farrar, Straus and Giroux, 1999.
- JORGENSEN, D. W.; VU, K. M. The ICT revolution, world economic growth, and policy issues. *Telecommunications Policy*, v. 40, n. 5, p. 383–397, 1 maio 2016.
- JUNGMITTAG, A.; WELFENS, P. J. J. Liberalization of EU telecommunications and trade: Theory, gravity equation analysis and policy implications. *International Economics and Economic Policy*, v. 6, n. 1, p. 23–39, 1 abr. 2009.
- KABIR, M.; SALIM, R.; AL-MAWALI, N. The gravity model and trade flows: Recent developments in econometric modeling and empirical evidence. *Economic Analysis and Policy*, v. 56, p. 60–71, 1 dez. 2017.
- LIN, F. Estimating the effect of the Internet on international trade. *The Journal of International Trade & Economic Development*, v. 24, n. 3, p. 409–428, 3 abr. 2015. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09638199.2014.881906>>. Acesso em: 17 jan.

2021.

LIU, L.; NATH, H. *Information and communications technology and trade in emerging market economies. Emerging Markets Finance and Trade*. [S.l.]: Routledge . , 1 nov. 2013

MARTÍNEZ-ZARZOSO, I.; MÁRQUEZ-RAMOS, L. Exports and governance: Is the Middle East and North Africa region different? *The World Economy*, v. 42, n. 1, p. 143–174, 2 jan. 2019. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/twec.12633>>. Acesso em: 25 jul. 2020.

MELITZ, J.; TOUBAL, F. Native language, spoken language, translation and trade. *Journal of International Economics*, v. 93, n. 2, p. 351–363, 1 jul. 2014.

NORTON, S. W. Transaction costs, telecommunications, and the microeconomics of macroeconomic growth. *Economic Development & Cultural Change*, v. 41, n. 1, p. 175–196, 19 out. 1992.

OSNAGO, A.; TAN, S. W. *Disaggregating the Impact of the Internet on International Trade*. . [S.l.: s.n.], 2016. Disponível em: <<http://econ.worldbank.org>>. Acesso em: 2 out. 2020.

RODRÍGUEZ-CRESPO, E.; MARTÍNEZ-ZARZOSO, I. The effect of ICT on trade: Does product complexity matter? *Telematics and Informatics*, v. 41, p. 182–196, 1 ago. 2019.

SALAHUDDIN, M.; GOW, J. The effects of Internet usage, financial development and trade openness on economic growth in South Africa: A time series analysis. *Telematics and Informatics*, v. 33, n. 4, p. 1141–1154, 1 nov. 2016.

SANTOS SILVA, J. M. C.; TENREYRO, S. *THE LOG OF GRAVITY*. . [S.l.: s.n.], 2006.

UNITED NATIONS. *Comtrade | International Trade Statistics Database*. Disponível em: <<https://comtrade.un.org/>>. Acesso em: 28 fev. 2021.

VEMURI, V. K.; SIDDIQI, S. Impact of commercialization of the Internet on international trade: A panel study using the extended gravity model. *International Trade Journal*, v. 23, n. 4, p. 458–484, out. 2009.

VISSER, R. The effect of the internet on the margins of trade. *Information Economics and Policy*, v. 46, p. 41–54, 1 mar. 2019.

WANG, M. L.; CHOI, C. H. How information and communication technology affect international trade: a comparative analysis of BRICS countries. *Information Technology for Development*, v. 25, n. 3, p. 455–474, 3 jul. 2019.

WANG, Y.; LI, J. ICT's effect on trade: Perspective of comparative advantage. *Economics Letters*, v. 155, p. 96–99, 1 jun. 2017.

WELLENIUS, B.; STERN, P. A. *Implementing reforms in the telecommunications sector: lessons from experience*. [S.l.]: World Bank, 1994.

WORLD BANK. *DataBank WDI*. Disponível em: <<https://databank.worldbank.org/home.aspx>>. Acesso em: 5 out. 2020.

XING, Z. The impacts of Information and Communications Technology (ICT) and E-commerce on bilateral trade flows. *International Economics and Economic Policy*, v. 15, n. 3, p. 565–586, 1 jul. 2018.

YADAV, N. The role of internet use on international trade: Evidence from Asian and sub-saharan African enterprises. *Global Economy Journal*, v. 14, n. 2, p. 189–214, 1 jun. 2014.

YOTOV, Y. V. *et al. An Advanced Guide to Trade Policy Analysis: The Structural Gravity Model*. [S.l.]: WTO, 2016.

YUSHKOVA, E. Impact of ICT on trade in different technology groups: Analysis and implications. *International Economics and Economic Policy*, v. 11, n. 1–2, p. 165–177, 24 fev. 2014.

ZHANG, T. *et al.* The joint effects of information and communication technology development and intercultural miscommunication on international trade: Evidence from China and its trading partners. *Industrial Marketing Management*, 31 jan. 2020.