

RESISTÊNCIAS DE COMÉRCIO, PRODUTO E CAPITAL: OS EFEITOS DAS IMPORTAÇÕES DE BENS DE CAPITAL NO BRASIL E NAS ECONOMIAS MUNDIAIS

RESISTANCE OF TRADE, PRODUCT AND CAPITAL: THE EFFECTS OF IMPORTS OF CAPITAL GOODS IN BRAZIL AND IN THE WORLD ECONOMIES

Anselmo Carvalho de Oliveira¹

Héder Carlos de Oliveira²

Admir Antônio Betarelli Junior³

RESUMO: Os bens de capital são reconhecidamente estratégicos para a qualquer economia, no entanto, os países em desenvolvimento, em geral, não conseguem produzi-los em quantidade e qualidade suficientes para atender a sua demanda. As importações podem complementar a oferta da indústria nacional, mas também podem estimular a difusão e internalização de tecnologias mais avançadas entre os setores domésticos. Dessa maneira, este trabalho avalia os efeitos das importações de bens de capital sobre o crescimento econômico do Brasil e de um conjunto de países entre 2008 e 2016. O foco da análise reside na resistência ao comércio e na acumulação de capital, uma vez que, por hipótese, as resistências ou custos de transação reduzem os fluxos comerciais com efeitos negativos sobre a acumulação de capital e o crescimento econômico. O modelo teórico e empírico utilizado foi o Modelo Gravitacional Estrutural Dinâmico. Os resultados indicam que as resistências bilaterais ao comércio foram estatisticamente significativas e apresentaram os sinais esperados, conforme registrado também em outros trabalhos da literatura aplicada. Mensurou-se que o Brasil possui o sexto maior custo bilateral médio para as importações e o décimo terceiro maior para as suas exportações de bens de capital. As estimações da função de produção permitem inferir que os custos de transação afetaram os preços aos produtores negativamente. Já a função de acumulação de capital apreendeu a relação positiva entre o valor do produto marginal do capital e o investimento e a relação causal inversa entre a resistência ao comércio e a acumulação de capital. Na medida em que o aumento do estoque de bens de capital é determinante para o aumento da produtividade do trabalho e do produto, essa relação seria um indício da dificuldade que a resistência ao comércio traz para o crescimento de uma nação. Esse resultado sinaliza que políticas de abertura comercial, ao reduzirem o custo relativo do investimento, aumentam o estoque de bens de capital. Portanto, os países, principalmente os não desenvolvidos, têm muito a ganhar ao promoverem reformas que reduzam essas resistências e incentivem as importações desses bens.

Palavras-chave: Bens de capital. Importação. Barreiras ao comércio. Crescimento. Brasil.

ABSTRACT: Capital goods are recognized as strategic for any economy, however, developing countries, in general, are unable to produce them in sufficient quantity and quality to meet their demand. Imports can complement the supply of domestic industry, but they can also stimulate the diffusion and internalization of more advanced technologies among domestic sectors. In this way, this work assesses the effects of capital goods imports on the economic growth of Brazil and of a group of countries between 2008 and 2016. The focus of the analysis resides on resistance to trade and capital accumulation, since, hypothetically, resistance or transaction costs reduce trade flows with negative effects on capital accumulation and economic growth. The theoretical and empirical model used was the Dynamic Structural Gravitational Model. The results indicate that the bilateral resistance to trade was statistically significant and presented the expected signs, as also recorded in other works in the applied literature. It was measured that Brazil has the sixth highest bilateral average cost for imports and the thirteenth highest for its exports of capital goods. Estimates of the production function allow us to infer that transaction costs have affected prices to producers negatively. The capital accumulation function, on the other hand, apprehended the positive relationship between the value of the marginal product of capital and investment and the inverse causal relationship between resistance to trade and capital accumulation. To the extent that the increase in the stock of capital goods is decisive for the increase in the productivity of labor and product, this relationship would be an indication of the difficulty that resistance to trade brings to the growth of a nation. This result indicates that trade opening policies, by reducing the relative cost of investment, increase the stock of capital goods. Therefore, countries, especially the non-developed ones, have much to gain by promoting reforms that reduce this resistance and encourage imports of these goods.

Keywords: Capital goods. Import. Barriers to trade. Growth. Brazil.

J.E.L.: F14, F43, O40.

Área 7 - Economia Internacional

¹ Mestre em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Ouro Preto (PPEA/UFOP).

² Professor do Departamento de Economia (UFOP) e PPEA/UFOP.

³ Professor do Departamento de Economia (UFJF) e PPGE/UFJF.

1 Introdução

Os bens de capital podem ser definidos, genericamente, como máquinas e equipamentos utilizados para produzir bens ou prover serviços, sem que sejam incorporados ao produto final ou destruídos durante o processo, portanto, diferem-se dos insumos. Eles podem ser classificados de forma bastante agregada em bens de capital mecânicos, que englobam máquinas, equipamentos e implementos industriais e agrícolas; bens de capital elétricos que englobam as máquinas e equipamentos do setor elétrico; bens de capital de telecomunicação que englobam máquinas e equipamentos do setor de telecomunicações; e bens de capital do setor de transporte como veículos pesados e de carga (ônibus e caminhões, principalmente), indústria ferroviária, naval e aeronáutica (NASSIF, 2007). A incorporação desses bens promove a apropriação de inovações científicas e tecnológicas e de técnicas de produção eficientes, com consequências positivas sobre a produtividade e o produto. Nesse sentido, os investimentos em bens de capital são estratégicos em uma política de desenvolvimento (VERMULM, 2003).

Em países que não desenvolveram a sua indústria nacional, as importações favorecem o acesso aos bens de capital a preços relativos menores e tecnicamente mais eficientes levando à sua difusão para os setores dependentes. As importações desses bens têm efeitos quantitativos importantes sobre a produção via acumulação de capital e o aumento da produtividade. As resistências ou barreiras ao comércio, no entanto, afetam negativamente o crescimento, pois aumentam os preços relativos dos investimentos e promovem uma alocação ineficiente de fatores entre os setores, reduzindo as taxas de acumulação de capital e a produtividade. A redução dessas resistências induziria a formação de capital e a especialização dos países na produção de bens em que são tecnicamente eficientes. (EATOM; KORTUM, 2001; ANDERSON; LARCH; YOTOV, 2014; MUTREJA; RAVIKUMAR; SPOSI, 2016).

Considerando-se que o Brasil depende das importações para ter acesso a bens de capital baratos e tecnicamente eficientes, qualquer resistência ao comércio no âmbito setorial, que pode afetar negativamente a acumulação de capital e a produtividade com consequentes efeitos deletérios para o crescimento, acaba se tornando importante objeto de estudo no contexto da preocupação com as políticas econômicas para o desenvolvimento. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é avaliar os efeitos dos fluxos de importações de bens de capital sobre o crescimento econômico do Brasil e de um conjunto de países entre 2008-2016, via resistência ao comércio e acumulação de capital. A hipótese subjacente é a de que estas resistências reduzem a acumulação e o crescimento econômico.

Para acomodar o objetivo, empregou-se a metodologia em duas etapas proposta por Anderson, Larch e Yotov (2014), na qual as equações gravitacionais estruturais estão integradas em um modelo neoclássico de crescimento capaz de mensurar as relações entre as resistências ao comércio, a acumulação de capital e a produção.

A principal contribuição para a literatura foi a estimação dos impactos das resistências ao comércio sobre os fluxos comerciais, a acumulação de capital e o crescimento. Não menos importantes, outras contribuições foram as estimações das resistências bilaterais observáveis, dos termos de resistência multilateral e a elasticidade substituição para o setor de bens de capital a partir da base de dados com 144 países.

2 O setor de bens de capital, importação e produto

O setor de bens de capital é considerado basal para as transformações no processo de produção e de difusão tecnológica (VERMULM, 2003). No entanto, existe uma controvérsia entre os autores que defendem a tese segundo a qual a internalização da produção impulsiona o desenvolvimento da indústria nacional e o crescimento (FRANSMAN, 1984; THIRLWALL, 2005); e os defensores da tese contrária, segundo a qual a importação que impulsionaria o crescimento (LEE, 1995; EATOM; KORTUM, 2001; MUTREJA; RAVIKUMAR; SPOSI, 2016).

As deficiências estruturais da indústria de bens de capital (e.g. a baixa complexidade tecnológica e a ineficiência técnica) fazem com que muitos países se voltem para as importações e deixem de priorizar o desenvolvimento da sua indústria nacional mantendo-se em situação de dependência externa (FRANSMAN, 1984). A dependência das importações aumenta a necessidade de se gerar saldos positivos

para pagá-las. A incapacidade de pagar os déficits na balança de pagamentos restringiriam a capacidade de aquisição, no curto prazo, dos bens de capital demandados pela indústria e que não são produzidos localmente. Para superar os problemas da restrição externa, o país precisa modificar a sua estrutura industrial para produzir bens com maior valor agregado, cujas elasticidades renda da demanda são maiores. E os bens de maior valor agregado estão concentrados no setor de manufaturados e de capital (THIRLWALL, 2005).

A dependência brasileira de importações de bens de capital e de exportações de *commodities* são explicadas pelo processo de industrialização “incompleto e insuficiente”, principalmente nos setores produtores de máquinas e equipamentos. Para crescer a taxas sustentadas maiores, no médio e longo prazo, o país precisaria despende esforços para aumentar a elasticidade renda da demanda por suas exportações, o que seria possível somente através da mudança na sua estrutura de produção para bens com maior valor agregado e, respectivamente, reduzir a sua dependência das importações. O crescimento na demanda pelos bens nacionais estimularia a produção, ampliando o mercado interno, o emprego e a renda. Ademais, com uma indústria nacional competitiva, as exportações aumentariam minimizando as pressões deficitárias sobre o balanço de pagamentos. A redução dessas pressões teria, em hipótese, efeitos sobre o crescimento, porque esse setor apresenta déficits recorrentes na conta corrente do Brasil (OLIVEIRA, 2019).

A necessidade desenvolvimento de uma indústria nacional de bens de capital para o crescimento, no entanto, não encontra consenso na literatura (LEE, 1995; EATOM; KORTUM, 2001; GUR, 2004; MUTREJA; RAVIKUMAR; SPOSI, 2016). Uma indústria nascente está em estágios iniciais de desenvolvimento tecnológico, o que exigiria um longo e caro processo de aprendizagem e capacitação, que dependeria, em algum momento, da proteção contra a concorrência externa e, conseqüentemente, da criação de setores ineficientes. Problema maior é que durante o seu desenvolvimento tanto os usuários domésticos que demandam bens capital para a produção, como os consumidores dos bens que serão produzidos a partir da incorporação desses bens, seriam desfavorecidos com o acesso a produtos relativamente mais caros e de menor qualidade. No médio e longo prazo, essas indústrias perderiam mercado frente às indústrias estrangeiras que tiveram acesso às melhores tecnologias de produção. Os ganhos da nova indústria nacional de bens de capital não pagariam, no longo prazo, os custos diretos e indiretos para a sua instalação (GUR, 2004).

Lee (1995) enfatizou os efeitos do comércio para a acumulação de capital. Os preços de bens de capital são relativamente menores nos países desenvolvidos, portanto, as importações mais baratas pelos países em desenvolvimento aumentam a eficiência da acumulação de capital e, por consequência, as taxas de crescimento da renda. Ao comercializar, o país desenvolvido obtém bens de consumo mais baratos e o país em desenvolvimento obtém bens de capital mais baratos para serem utilizados na produção doméstica. A taxa de crescimento da produção doméstica aumenta em razão do aumento do estoque de capital disponível. Além disso, a taxa de crescimento é maior no país que utiliza mais bens de capital importados do que bens de capital produzidos internamente como proporção do investimento.

Eatom e Kortum (2001) argumentam que alguns poucos países concentram as pesquisas, o desenvolvimento e a produção de bens de capital. As diferenças de produtividade entre os países estão associadas às diferenças na acumulação de capital, que seria determinada pelas diferenças nos preços dos bens de capital em termos de bens de consumo. As diferenças entre os preços relativos estão relacionadas às barreiras comerciais entre os países. Na medida em que as barreiras existem, elas reduzem o comércio. A redução dessas barreiras faria com que os preços dos bens de capital caíssem, o que permitiria o seu acesso aos países em desenvolvimento com potenciais efeitos positivos sobre a produtividade mitigando as diferenças em relação aos países desenvolvidos.

Mutreja, Ravikumar e Sposi (2016) propõe que as diferenças de renda podem ser explicadas pelas diferenças na produtividade dos bens finais e na quantidade de capital por trabalhador, e pelas diferenças em elementos adicionais, como barreiras ao comércio e na produtividade nos setores de bens de capital e bens intermediários. Nesse modelo, o comércio internacional de bens de capital afetaria a renda dos países a partir de dois mecanismos de ajuste. O primeiro denota que as barreiras às importações fazem com que os países menos desenvolvidos possuam uma acumulação de capital menor relativamente aos países avançados na medida em que a sua taxa de transformação de consumo em investimento é menor. Portanto, o estoque de capital por trabalhador seria menor em países que possuem barreiras à importação de bens de

capital. Já o segundo descreve que os países menos desenvolvidos acabam colocando recursos escassos na produção de bens de capital, para os quais não possuem vantagens comparativas, o que causa ineficiência alocativa entre os setores afetando negativamente a produtividade. Por outro lado, a redução das barreiras às importações induziria a acumulação de capital nos países menos desenvolvidos, levaria à especialização na produção de bens em que eles possuem vantagens comparativas e reduziria a diferença na acumulação de capital e na produtividade entre os países.

A partir desse contexto de divergência teórica sobre quais os caminhos que aumentariam a produtividade e levariam ao crescimento, o presente trabalho busca reunir evidências para explicar a relação entre a resistência ao comércio, a acumulação de capital, a produtividade e o crescimento do produto considerando especificamente dados do setor de bens de capital.

3 Metodologia

3.1 Modelo teórico

Para verificar os efeitos das importações de bens de capital sobre o crescimento, com foco na resistência ao comércio e na acumulação de capital, foi utilizado o Modelo Gravitacional Estrutural Dinâmico (*Dynamic Structural Gravity Model*). As preferências, nesse modelo, são homotéticas e fracamente separáveis em relação às classes de bens diferenciados pelo seu local de origem e são aproximadas por uma função de utilidade agregada do tipo CES.

$$C_j = \left(\sum_i \gamma_i^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} c_{ij}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (1)$$

A maximização do consumo agregado (C_j) sujeita-se à restrição orçamentária é definida por:

$$\sum_i p_{ij} c_{ij} = y_j \quad (2)$$

em que c_{ij} é o consumo do país j dos bens produzidos pelo país i ; σ é a elasticidade de substituição entre todos os bens; γ_i é um parâmetro de distribuição positivo; y_j é a renda nominal (dispêndio) dos residentes em j ; p_{ij} é o preço dos bens produzidos em i para os consumidores de j ; p_i é o preço da oferta do bem em i sem a inclusão da resistência bilateral (*factory gate price*).

A abordagem anterior assume que a produção é exógena, os gastos são alocados apenas em consumo e a elasticidade substituição entre produtos concorrentes em qualquer mercado é constante. Anderson, Larch e Yotov (2014) desenvolveram a teoria estrutural para modelar endogenamente a produção e a acumulação de capital. O consumidor agora pode escolher alocar o valor presente da sua renda em consumo ou investimento. A função de investimento é determinada como:

$$\Omega_j = \left(\sum_i \gamma_i^{\frac{1-\sigma}{\sigma}} I_{ij}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} \quad (3)$$

Assim, a restrição orçamentária pode ser redefinida como:

$$\sum_i p_{ij} C_{ij} + p_{ij} \Omega_{ij} = y_j \quad (4)$$

sendo Ω_j o agregador que descreve o investimento em cada país j como uma função do investimento doméstico e do investimento somado de todas os outros países i ; t_{ij} representa a resistência bilateral para que o bem produzido em i possa ser vendido no mercado j . O preço de compra no país j é uma função do preço de oferta em i e da resistência bilateral, ou seja:

$$p_{ij} = p_i t_{ij} \quad (5)$$

Para cada bem remetido de i para j , a resistência bilateral (i. e. custos de transação) incorrida é $t_{ij} - 1$ dos bens do país i . O valor nominal dos gastos de j com os bens de i é a soma dos valores da produção do país de origem, o total dos gastos com investimento e com os custos de transação, isto é, o total dos

pagamentos de j feitos para i . A renda total do país i é dada pela soma da sua produção nominal vendida em todos os mercados em que participa.

$$y_i = \sum_j x_{ij} \quad (6)$$

A demanda nominal do país j pelos bens de i é dada pela maximização da utilidade agregada dos consumidores em j sujeita a sua restrição orçamentária. O problema de maximização tem como solução:

$$x_{ij} = \left[\frac{(\gamma_i p_i t_{ij})}{P_j} \right]^{1-\sigma} y_j \quad (7)$$

O índice de preços na função CES é dado por:

$$P_j = \sum_i \gamma_i p_i t_{ij} \quad (8)$$

A estrutura de equilíbrio geral do modelo impõe uma condição de *market-clearing* ao preço de entrega e somando para todo j , tem-se que:

$$\sum_j x_{ij} = y_i \quad (9)$$

A renda mundial nominal consiste no somatório da renda nominal de cada país, sendo definida como $Y = \sum_j y_j$ e a participação do país j na renda mundial é definida como $\theta_j = y_j/Y$. Dividindo a equação (9) pela renda mundial:

$$(\gamma_i p_i)^{1-\sigma} = \frac{y_i}{Y} \frac{1}{\sum_j \left(\frac{t_{ij}}{P_j} \right)^{1-\sigma} \theta_j} \quad (10)$$

Substituindo (10) em (7) temos:

$$x_{ij} = \frac{y_j y_i}{Y} \left[\frac{t_{ij}}{\Pi_i P_j} \right]^{1-\sigma} \quad (11)$$

Depois de controlado para o tamanho da economia, os fluxos comerciais dependem da resistência bilateral relativamente ao produto das suas resistências multilaterais. Resolvendo (11) para o índice de resistência multilateral externo (*outward multilateral resistance*) tem-se que:

$$\Pi_i^{1-\sigma} = \sum_j \left[\frac{t_{ij}}{P_j} \right]^{1-\sigma} \theta_j \quad (12)$$

Resolvendo (11) para o índice de resistência multilateral interno (*inward multilateral resistance*) tem-se:

$$P_j^{1-\sigma} = \sum_i \left[\frac{t_{ij}}{\Pi_i} \right]^{1-\sigma} \theta_i \quad (13)$$

Fica claro, a partir das equações anteriores, que a resistência ao comércio pode ser decomposta na resistência bilateral entre o país exportador e o país importador, t_{ij} ; na resistência multilateral do país importador com relação a todos os seus parceiros, P_j ; e na resistência multilateral do país exportador em relação a todos os seus parceiros, Π_i .

As resistências bilaterais são reproduzidas nos custos de transação ou custos de comércio (*trade cost*), definidos de forma abrangente como os custos para que o bem chegue no usuário final, que diferem do custo marginal para se produzir o bem (ANDERSON; WINCOOP, 2004). Esses custos estão relacionados à ideia de distância. A distância geográfica é interpretada como uma *proxy* para custos de transporte, remessa e tempo (HEAD, 2003). A distância político-administrativa está associada às instituições e políticas comerciais dos países. A distância cultural está associada às formas como as pessoas interagem (GHEMAWAT, 2001).

A resistência multilateral considera todos os custos comerciais, incluindo aqueles que não envolvem os países engajados diretamente nas trocas. O índice de resistência multilateral externo (*outward multilateral resistance*) capta o fato de que o comércio bilateral entre dois países depende dos custos em todos os mercados potenciais em que o país exportador pode vender os seus bens, em outras palavras, mensura a incidência média dos custos de transações sobre os produtores. Já o índice de resistência multilateral interno (*inward multilateral resistance*) capta o fato de que o comércio bilateral entre dois países depende também dos custos em todos os mercados potenciais em que o país importador pode adquirir bens, isto é, a incidência média dos custos de transações sobre os consumidores em cada país. As resistências resumem, assim, os custos de transações comerciais médios entre um país e todos os seus parceiros comerciais (ANDERSON; VAN WINCOOP, 2003; ANDERSON; LARCH; YOTOV, 2014).

As resistências multilaterais agregam consistentemente as resistências bilaterais ao comércio e decompõem sua incidência aos produtores e consumidores em cada país. Empiricamente, são as estimações dos termos de resistência multilateral interno e externo no modelo gravitacional estrutural e a sua inserção na função de produção e acumulação de capital que permitem mensurar os seus efeitos sobre os preços no portão de fábrica (*factory gate price*) e as consequências sobre o investimento e a produção (ANDERSON; LARCH; YOTOV, 2014).

O total produzido no país j é definido por uma função de produção Cobb-Douglas com retornos constantes de escala (CRS):

$$y_j = p_j A_j L_j^{1-\alpha} K_j^\alpha, \quad \alpha \in (0,1) \quad (14)$$

p_j é o preço no portão de fábrica, A_j é a tecnologia, L_j é a oferta inelástica de trabalho e K_j é o estoque de capital. O trabalho e o estoque de capital são imóveis internacionalmente.

A função de acumulação de capital é:

$$K_{j,t+1} = \Omega_j^\delta K_j^{1-\delta} \quad (15)$$

em que Ω_j é o fluxo de investimentos e δ é a taxa de depreciação. K_0 está dado. A função de transição assegura que o capital não se ajusta imediatamente para o estado estacionário de longo prazo, o que reflete os custos para o ajustamento do volume de capital.

A função de transição do capital é dada por:

$$K_{j,t+1} = \left[\frac{p_j A_j L_j^{1-\alpha} \beta \alpha \delta}{P_j (1 - \beta + \beta \delta)} \right]^\delta K_j^{\alpha \delta + 1 - \delta} \quad (16)$$

A função de transição para o período $t+1$ depende dos parâmetros referentes aos preços dos bens de consumo, a dotação de trabalho, do índice de preço interno e do estoque de capital no período corrente. Um aumento da dotação de trabalho, estoque de capital presente e preços dos bens de consumo levam a um aumento do estoque de capital no período seguinte. Um aumento no índice de preço interno (*inward multilateral resistance*) tem efeitos negativos sobre a acumulação de capital no período seguinte. Preços dos bens ou dotação de trabalho elevadas significam que o valor da produção no período presente é maior do que no período seguinte ou que a capacidade de produção hoje é maior. Os consumidores, assim, estariam dispostos a transferir parte da sua riqueza no período presente para o consumo no período seguinte via acumulação de capital. Por outro lado, se o índice de preço interno é alto, o consumo e o investimento são mais caros hoje, portanto, uma parte maior da renda será gasta no período presente e uma parte menor será transferida para os gastos no período seguinte via acumulação de capital.

Substituindo (16) em (15) tem-se a seguinte função investimento:

$$\Omega_j = \frac{y_j}{P_j} \left[\frac{\beta \alpha \delta}{1 - \beta + \beta \delta} \right] \quad (17)$$

Para encontrar a função de consumo, temos:

$$C_j = \frac{y_j}{P_j} \left[\frac{1 - \beta + \beta \delta - \beta \alpha \delta}{1 - \beta + \beta \delta} \right] \quad (18)$$

A partir da equação (10) reescreve-se a função de preços dos bens:

$$p_i = \left(\frac{y_i}{Y} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} \frac{1}{(\gamma_i \Pi_i)} \therefore p_j = \left(\frac{y_j}{Y} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} \frac{1}{(\gamma_j \Pi_j)} \quad (19)$$

As mudanças na resistência ao comércio afetam os preços no portão de fábrica (p_j) através da equação (19) e o produto através da equação (14). O canal de transmissão dos efeitos do comércio sobre preços e produto é via termo de resistência multilateral externo. Uma redução pode ser interpretada como um aumento na produtividade doméstica. Essa redução dos preços no portão de fábrica também é traduzida em um aumento no estoque de capital. Por outro lado, um aumento no termo de resistência multilateral interno possui um efeito negativo sobre o estoque de capital pela lógica da equação (16). Um aumento dos termos de resistência multilateral interno faz com que o investimento (equação 17) e o consumo (equação 18) fiquem mais onerosos fazendo com que os indivíduos possuam menos recursos para transformar em capital.

Por sua vez, um aumento na produção possui efeitos diretos e indiretos sobre os fluxos comerciais e os preços. Os efeitos diretos são capturados pela equação (11), na qual o termo $\frac{y_i y_j}{Y}$ explica o comércio através do tamanho dos mercados dos países i e j em relação ao total mundial. Esse seria o volume total das transações na ausência de resistências ao comércio. Os efeitos indiretos são capturados via mudanças nas resistências sobre os fluxos comerciais. Um aumento no produto afeta os termos de resistência multilateral via equações (12) e (13), que impactam $\frac{t_{ij}}{\prod_i P_j}$; como também afeta a acumulação de capital. Os efeitos do crescimento do produto e da acumulação de capital em qualquer país, portanto, tem efeitos em todos os outros países no mundo.

3.2 Método empírico

A partir do modelo teórico apresentado na seção anterior, é possível traduzir as equações empíricas para mensurar as relações entre as resistências ao comércio, os fluxos comerciais, a produtividade e o crescimento econômico. Essa tradução acontece em duas etapas. Na primeira, estima-se o modelo gravitacional tradicional:

$$x_{ij,t} = \exp[\pi_{i,t} + \chi_{j,t} + t_{ij,t} \beta] \varepsilon_{ij,t} \quad (20)$$

$x_{ij,t}$ são os fluxos comerciais nominais entre os países i e j . A equação (20) pode ser afetada pela endogeneidade se as variáveis para as resistências ao comércio forem correlacionadas e qualquer delas for omitida e somada ao termo de erro. Os termos de resistência multilateral são correlacionados entre si e com as resistências bilaterais e a sua omissão leva à estimação com viés das variáveis na equação incluído as *dummies*. Para resolver o problema da omissão de variável para os termos de resistência multilateral do modelo teórico foram utilizados efeitos fixos para exportador (origem)-setor-ano (*exporter-product-time fixed effects*) e importador (destino)-setor-ano (*importer-product-time fixed effects*) (BALDWIN; TAGLIONI, 2006).

A variável $\pi_{i,t}$ consiste no conjunto de *dummies* para exportador (origem)-setor-ano (*exporter-product-time fixed effects*), que controlam para $\Pi_i^{1-\sigma}$, o índice de resistência multilateral externo (*outward multilateral resistance*), produção do país e outros potenciais fatores observáveis e não observáveis específicos do setor, país exportador e ano, que influenciam o comércio bilateral. Por sua vez, o termo $\chi_{j,t}$ abrange o conjunto de *dummies* para importador (destino)-setor-ano (*importer-product-time fixed effects*), que controlam para $P_j^{1-\sigma}$, o índice de resistência multilateral interno (*inward multilateral resistance*), os gastos do país e quaisquer outras características observáveis ou não observáveis específicas do setor, país importador e ano, que influenciam o comércio bilateral.

As *dummies* para exportador-setor-ano e importador-setor-ano não permitem incluir no modelo algumas variáveis que podem ser de interesse em pesquisas aplicadas, porque essas *dummies* absorvem

todos os fatores observados ou não que são específicos para o país e para o setor no ano. Contudo, as *dummies* são impostas teoricamente para capturar os efeitos dos termos de resistência multilateral (YOTOV et al., 2016).

A resistência bilateral é captada pela seguinte estrutura:

$$t_{ij,t} = \eta I_{ij} + \beta T_{ij,t} \quad (21)$$

em que I_{ij} é o vetor que representa os determinantes invariantes (*time-invariant*) dos fluxos comerciais bilaterais, sendo definido como:

$$I_{ij} = \eta_1 \ln Dist_{ij} + \eta_2 Cont_{ij} + \eta_3 Comling_{ij} + \eta_4 Colonia_{ij} \quad (22)$$

onde, $\ln Dist_{ij}$ é o logaritmo natural da distância entre as capitais do país i e j . $Cont_{ij}$ assume o valor um se os países i e j possuem uma fronteira comum, e 0 caso contrário. $Comling_{ij}$ assume o valor um se os países i e j compartilham a mesma língua oficial, e 0 caso contrário. $Colonia_{ij}$ assume o valor um se os países mantiveram ou mantêm alguma relação colonial, e 0 caso contrário.

e o vetor $T_{ij,t}$ na equação (21), por sua vez, representa os determinantes variantes no tempo (*time-varying*), tal que:

$$T_{ij,t} = \beta_1 Rta_{ij,t} + \beta_2 taf_{ij,t} \quad (23)$$

de maneira que, $Rta_{ij,t}$ assume o valor um se os países fazem parte de um acordo regional de comercial (*Regional trade agreements*) notificado na *World Trade Organization*, e 0 caso contrário, e $taf_{ij,t}$ é o logaritmo natural de um mais as tarifas *ad valorem* aplicadas pelo país j às importações feitas dos bens de capital do país i .

O problema da endogeneidade também emerge no caso da inserção no modelo de variáveis que captam a distância político-administrativa como as tarifas, as barreiras não tarifárias e os acordos regionais de comércio. Essas variáveis não seriam exógenas, porque, possivelmente, estão correlacionados com o volume de comércio. Egger et al. (2011) seguem que para corrigir esse problema em aplicações com dados em painel deve-se incluir efeitos fixos bilaterais (μ_{ij}) na estimação, que controlariam para a resistência bilateral não observável, invariante no tempo, para dois países na amostra. A equação a ser estimada com o conjunto completo de efeitos fixo unilaterais e bilaterais é:

$$x_{ij,t} = \exp[\pi_{i,t} + \chi_{j,t} + \mu_{ij} + T_{ij,t}\beta] \varepsilon_{ij,t} \quad (24)$$

O conjunto de efeito fixo bilaterais invariantes no tempo para o par de países i e j , μ_{ij} , são correlacionados com as variáveis observáveis diádicas, I_{ij} , portanto, elas não podem ser incluídas na equação (24) apresentada anteriormente.

Além da endogeneidade, dois problemas precisam ser considerados ao estimar o modelo gravitacional: a) a presença de uma elevada quantidade de fluxos comerciais com valor zero e b) a heterocedasticidade. A solução estandarte para os problemas da heterocedasticidade e do elevado número de fluxos zero na variável dependente seria utilizar o estimador *Poisson-Pseudo-Maximum Likelihood* (PPML). O método não assume a hipótese de homocedasticidade, é robusto para diferentes tipos de heterocedasticidade e leva em consideração os zeros na variável dependente. Diversas simulações já foram apresentadas na literatura e mostraram que a performance do PPML é consistente na presença de elevada quantidade de zeros na base de dados e com diferentes tipos de heterocedasticidade (SANTOS SILVA; TENREYRO, 2006, 2011; HEAD; MAYER, 2014).

Fally (2015) salienta que estimar o modelo gravitacional utilizando PPML e efeitos fixos para exportador e importador é consistente com a definição dos termos de resistência multilateral e das condições de equilíbrio geral do modelo. A estimação da produção e do dispêndio (definidas como a soma dos fluxos

externos e internos para cada país) é igual à produção e o dispêndio observados:

$$\left(\sum_j \hat{x}_{ij} = \sum_j x_{ij} = y_i; \sum_i \hat{x}_{ij} = \sum_i x_{ij} = y_j \right).$$

Para avaliar a adequação do estimador PPML, Santos Silva e Tenreyro (2006) sugerem utilizar o teste Ramsey Reset para a especificação do modelo e uma versão modificada por Manning e Mullahy do teste de Park (MaMu teste) para a eficiência do modelo sob a hipótese de heterocedasticidade.

O teste Reset busca validar a especificação correta da média condicional verificando a significância de um regressor adicional construído como $\left(x_{ijt} \hat{\beta}\right)^2$, onde $\hat{\beta}$ indica o vetor de parâmetros estimados. Não rejeitar a hipótese nula de que o coeficiente na variável de teste é igual a zero suporta que o modelo estimado está especificado corretamente;

Para determinar se o padrão de heterocedasticidade do modelo log-linear estimado é aceitável, Santos Silva e Tenreyro (2006) sugerem testar $H_0 : \lambda_1 = 2$ na equação seguinte:

$$\ln(y_i - \hat{y}_i)^2 = \ln(\lambda_0) + \lambda_1 \ln \hat{y}_i + \varepsilon_i \quad (25)$$

Não rejeitar a hipótese nula significa que o modelo log-linear seria adequado. Para o modelo PPML, os autores sugerem testar $H_0 : \lambda_1 = 1$ na seguinte equação:

$$(y_i - \hat{y}_i)^2 = \lambda_0 \left(\hat{y}_i\right)^{\lambda_1} + \varepsilon_i \quad (26)$$

Não rejeitar a hipótese nula, por sua vez, apoiaria a suposição de que o estimador adequado seria o PPML. Head e Meyer (2014) argumentaram baseados em modelos de simulações de Monte Carlo, que resultados que rejeitam $H_0 : \lambda_1 = 1$, mas que são significativos para $H_0 : \lambda_1 < 2$ indicam com precisão uma variância constante em relação à média. Essa constatação sustenta que mesmo quando o teste MaMu não consegue distinguir estatisticamente entre as hipóteses testadas, ainda assim é um método confiável para identificar a forma da variância. Para valores estatisticamente significativos que rejeitam a hipótese nula $H_0 : \lambda_1 = 2$, embora estatisticamente diferentes de um, a estimação por PPML seria a mais apropriada.

A partir dos resultados da estimação da equação para os fluxos comerciais e os dados das variáveis observáveis foi possível estimar os efeitos das resistências bilaterais entre i e j (equação 27) e os efeitos das resistências multilaterais sobre os consumidores em cada país (*inward multilateral resistance*) (equação 28) e sobre os produtores em cada país (*outward multilateral resistance*) (equação 29) como segue:

$$\hat{t}_{ij,t} = \left(\hat{\eta} I_{ij} + \hat{\beta} T_{ij,t} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad (27)$$

$$\left[\hat{P}_{j,t} \right]^{1-\sigma} = \frac{\hat{y}_{j,t}}{\exp\left(\hat{\chi}_{j,t}\right)} \quad (28)$$

$$\left[\hat{\Pi}_{i,t} \right]^{1-\sigma} = \frac{\hat{y}_{i,t}}{\exp\left(\hat{\pi}_{i,t}\right)} \quad (29)$$

$\left[\hat{P}_{j,t}\right]^{1-\sigma}$ e $\left[\hat{\Pi}_{i,t}\right]^{1-\sigma}$ são os valores calculados dos termos de resistência multilateral. y_j são os gastos totais no país j ; y_i é o valor da produção no país i ; $\chi_{j,t}$ são os efeitos fixos para o exportador (origem)-setor-ano e $\pi_{i,t}$ são os efeitos fixos para importador (destino)-setor-ano.

Na segunda etapa, para encontrar a equação para a função de produção aplica-se o logaritmo à equação (30):

$$y_{j,t} = \left(y_{j,t} / Y_t \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} \left(1 / \gamma_j \Pi_{j,t} \right) A_{j,t} L_{j,t}^{1-\alpha} K_{j,t}^{\alpha} \quad (30)$$

$$\ln y_{j,t} = \frac{1}{\sigma} \ln Y_t + \frac{\sigma-1}{\sigma} \ln \frac{A_{j,t}}{\gamma_j} + \frac{\sigma-1}{\sigma} (1-\alpha) \ln L_{j,t} + \frac{\sigma-1}{\sigma} \alpha \ln K_{j,t} - \frac{1}{\sigma} \ln \frac{1}{\Pi_{j,t}^{1-\sigma}} \quad (31)$$

O termo de resistência multilateral, $\Pi_{j,t}^{1-\sigma}$, foi recuperado da equação gravitacional estrutural sem a necessidade do valor do parâmetro para a elasticidade de substituição. Os termos $A_{j,t}$ e γ_j não são observados diretamente. Assim, para estimar a equação acrescenta-se um conjunto de efeitos fixos específicos para o país de origem, \mathcal{G}_j , que absorvem quaisquer efeitos da tecnologia que sejam invariantes no tempo. Foi introduzido outro conjunto de efeitos fixos para os anos na amostra, ν_t , que absorvem a produção mundial $\frac{1}{\sigma} \ln Y_t$ e quaisquer outros efeitos variantes no tempo que não são observados ou

estimados explicitamente. O conjunto de *dummies* controlam os efeitos do termo $\frac{\sigma+1}{\sigma} \ln \frac{A_{j,t}}{\gamma_j}$. A equação a ser estimada é:

$$\ln y_{j,t} = \kappa_1 \ln L_{j,t} + \kappa_2 \ln K_{j,t} + \kappa_3 \ln \frac{1}{\Pi_{j,t}^{1-\sigma}} + \nu_t + \mathcal{G}_j + \varepsilon_{j,t} \quad (32)$$

Da equação (32) é possível obter a elasticidade substituição do comércio como $\sigma = -1 / \hat{\kappa}_3$ e a participação de capital na produção por $\alpha = \hat{\kappa}_2 (\sigma / \sigma - 1) = \hat{\kappa}_2 / (1 + \hat{\kappa}_3)$. Segundo Anderson, Larch e Yotov (2014), uma redução em $\frac{1}{\Pi_{j,t}^{1-\sigma}}$ capta os efeitos positivos de uma redução na resistência ao comércio para os produtores, que pode ser interpretada como um aumento na sua produtividade. A equação (30), portanto, controla explicitamente para os efeitos da relação entre comércio e produtividade, assim, as equações empíricas que não controlam para esses efeitos podem apresentar resultados viesados.

Para encontrar a equação para a função de acumulação de capital aplica-se o logaritmo à equação (33), como definido em (34):

$$K_{j,t} = \left[\frac{P_{j,t-1} A_{j,t-1} L_{j,t-1}^{1-\alpha} \beta \alpha \delta}{P_{j,t-1} (1 - \beta + \beta \delta)} \right]^{\delta} K_{j,t-1}^{\alpha \delta + 1 - \delta} \quad (33)$$

$$\ln K_{j,t} = \phi_0 + \phi_1 \ln y_{j,t-1} + \phi_2 \ln K_{j,t-1} + \phi_3 \ln P_{j,t-1} + \nu_t + \mathcal{G}_j + \xi_{j,t} \quad (34)$$

Em que as seguintes relações estruturais: $\phi_0 = \delta \ln \left(\frac{\beta \alpha \delta}{1 - \beta + \beta \delta} \right)$; $\phi_1 = \delta$; $\phi_2 = 1 - \delta$; $\phi_3 = -\delta$, são impostas. A equação (34) descreve um processo dinâmico no qual a acumulação de capital no presente é função do estoque de capital no passado. A variável dependente correlaciona-se com as características do país que afetam a acumulação e não foram explicitamente modelados na equação, mas estão somados no termo de erro, $\xi_{j,t}$. Para resolver o problema de correlação, utilizou-se um conjunto de efeitos fixos para o país de origem, \mathcal{G}_j , que absorvem quaisquer características que afetam a acumulação de capital específicas para o país e que sejam invariantes no tempo. Os efeitos fixos para os anos na amostra, ν_t , foram introduzidos para controlar para quaisquer características não observáveis ou omitidas que afetam a acumulação de capital. δ é o parâmetro para a depreciação do capital, interpretado no modelo como um parâmetro de transição do estoque de capital que combina a depreciação do capital antigo com os custos de ajuste na incorporação do investimento no novo capital.

3.3 Fonte dos dados

Os dados dos fluxos comerciais foram extraídos da *United Nations Commodity Trade Statistics Database* através do *World Integrated Trade System – WITS* (WORLD BANK; UN-CONTRADE, 2020). As tarifas foram obtidas do *Trade Analysis Information System (TRAINS)*, do *WTO's Integrated Database IDB-WTO* e do *WTO's Consolidated Tariff Schedules Database (CTS-WTO)* por meio do WITS (WORLD BANK; UN-CONTRADE, 2020) e foram informadas para o setor considerando o conjunto dos produtos em agregados e mede o nível médio de proteção tarifária nominal. Foram utilizadas as tarifas ponderadas nas estimações desse trabalho.

Os dados da produção, trabalho e estoque de capital são do *Penn World Tables 9.1* (FEENSTRA; INKLAAR; TIMMER, 2018). Seguindo a sugestão de Loures e Figueiredo (2017), os dados para valor do emprego efetivo foi construído pelo produto do número de pessoas engajadas na força de trabalho pelo Índice de Capital Humano baseado na média de anos estudados. E os dados referentes às variáveis distância, contiguidade (fronteira comum), língua oficial comum e relações coloniais foram extraídos do *Centre D'Estudes Prospectives et d'Informations Internationales (CEPII)* (HEAD; MAYER, 2014). E por fim, os dados sobre acordos regionais são da base *Mario Larch's Regional Trade Agreements* (EGGER; LARCH, 2008), que utiliza informações do *WTO's Regional Trade Agreements Gateway*.

4 Resultados

Os resultados apresentados na Tabela 1 decorrem da estimação das equações (20) e (24) pelo método de *Poisson Pseudo Maximum Likelihood (PPML)*.

Tabela 1 - Estimações do Modelo Gravitacional por PPML

Imp. (em nível)	(1)	(2)	(3)	(4)
Período	2008-2016		2008-2012-2016	
τ	-0.073 (0.025)***	-0.025 (0.010)**	-0.104 (0.045)**	-0.059 (0.020)***
τ_{imp_Bra}	-0.391 (0.118)***	-0.183 (0.069)***	-0.274 (0.216)	-0.185 (0.217)
τ_{exp_Bra}	-0.266 (0.081)***	0.012 (0.035)	-0.193 (0.126)	0.015 (0.089)
rta	0.396 (0.027)***	-0.002 (0.036)	0.423 (0.045)***	-0.015 (0.057)
ln_DIST	-0.506 (0.013)***		-0.492 (0.022)***	
contig	0.396 (0.034)***		0.397 (0.059)***	
colony	0.301 (0.035)***		0.307 (0.059)***	
comlang	0.115 (0.031)***		0.127 (0.055)**	
R ²	0.911	0.998	0.911	0.997
N	110452	108769	35294	34066
MaMu Test	1.504	1.200	1.496	1.193
Fit=1 (p-valor)	0.000	0.000	0.000	0.000
Fit=2 (p-valor)	0.000	0.000	0.000	0.000
Reset Test	0.009 (0.010)	0.002 (0.011)	0.007 (0.009)	-0.027 (0.029)
EF_it e EF_jt	Sim	Sim	Sim	Sim
EF_ij	Não	Sim	Não	Sim

Fonte: Resultados da pesquisa. Base de dados com 144 países. Nota: imp – variável dependente em nível, importações. Erro padrão entre parênteses. *** denota significância a 1%, ** denota significância a 5%, * denota significância a 10%. Os resultados

dos EF foram omitidos por brevidade. A fórmula para computar os efeitos das *dummies* é $(e^{\beta_i} - 1) \times 100\%$, β_i é o estimador do coeficiente (SANTOS SILVA; TENREYRO, 2006).

Todas as equações foram estimadas utilizando-se efeitos fixos para importador-ano e exportador-ano e as equações (2) e (4) foram consideradas com efeitos fixos para pares de países. Seguindo a recomendação de Piermatini e Yotov (2016), os modelos (3) e (4) foram estimados com intervalos de três anos. Os resultados demonstram que as estimações não rejeitaram a hipótese nula no *Reset Teste*, o que corrobora parte da literatura em que os modelos estimados com PPML passam nesse teste (SANTOS SILVA; TENREYRO, 2006). O teste MaMu não indicou a inadequação da estimação, conforme foi discutido na subseção 3.2.

As variáveis que foram incluídas explicitamente como resistências bilaterais nas estimações são consistentes com o conceito de distância, relevante teórica e empiricamente no modelo gravitacional. Segundo Ghemawat (2001), parte dos riscos e custos para se fazer negócios em novos mercados seria criado pela distância. A ideia de distância não se resume, no entanto, a sua dimensão física relacionada à separação geográfica entre os países, mas também a outras dimensões, i. são., cultural e administrativa ou política.

Segundo Head (2003), a dimensão da distância geográfica é interpretada como uma *proxy* para custos de transporte, remessa e tempo. O tempo decorrido durante o transporte aumenta os riscos de danos ou perdas relacionados às condições meteorológicas adversas ou manuseio inadequado, sobretudo, de máquinas e equipamentos frágeis ou materiais perecíveis e a possibilidade do comprador se tornar incapaz de cumprir os contratos de compra. A distância aumenta os custos dos processos de sincronização quando as fábricas combinam a utilização de diferentes insumos importados no processo de produção. A sincronização da cadeia de suprimentos reduz os custos em relação ao método de estocagem (maior custo de uso da terra, obsolescência etc.).

Essa dimensão da distância foi aproximada pelas variáveis distância e contiguidade, que apresentaram os sinais esperados e foram estatisticamente significativos. As estimativas calculadas nesta pesquisa para a distância foram de [-0.506] (estimação 1) e [-0.492] (estimação 3). E as estimativas calculadas para os coeficientes da variável para fronteira comum ou contiguidade (*cont.*) foram [0.396] (estimação 1) e [0.397] (estimação 3), estatisticamente significativos ao nível de 1% de significância.

A distância cultural está associada às formas como as pessoas interagem. Países como a mesma língua e próximos culturalmente comercializariam mais em razão da maior facilidade de associação que eles apresentariam como menores barreiras para a comunicação entre vendedores e compradores e custos de burocracia menores como, por exemplo, a tradução de documentos. As normas sociais e os princípios tácitos que orientam os indivíduos em suas escolhas e interações cotidianas são quase invisíveis, mas podem afetar o comportamento social, as preferências, as interações e os estilos de negociação entre outros (GHEMAWAT, 2001; HEAD, 2003). Existem evidências também de que relações coloniais entre dois países diminuem a distância cultural. Segundo Head, Mayer e Ries (2011), mesmo após a independência, ex-colônias podem compartilhar costumes, preferências, língua oficial e não-oficial, instituições e uma série de outras características que afetariam positivamente o comércio. Essas características da distância foram aproximadas pela variável língua comum e colônia.

As estimativas calculadas para os coeficientes da variável língua comum (*comlang*) foram [0.115] (estimação 1) e [0.127] (estimação 3), estatisticamente significativos ao nível de 1% e 5% de significância, respectivamente. As estimativas calculadas para os coeficientes da variável que capta os laços coloniais entre os países (*colony*) foram [0.301] (estimação 1) e [0.307] (estimação 3), estatisticamente significativos ao nível de 1% de significância.

Observa-se que os coeficientes das variáveis que captam tanto a distância física quanto a distância cultural não podem ser identificados quando se utiliza o conjunto de efeitos fixos para os pares de países como nas estimações (2) e (4). Essas variáveis foram invariantes no período analisado nesta pesquisa. Contudo, as variáveis que captam a distância política administrativa *devem* ser estimadas na presença de efeitos fixos para pares de países para resolverem o problema da endogeneidade (ver a discussão na subseção 3.2).

A distância político-administrativa está associada às instituições e políticas comerciais. A ineficiência do ambiente de negócios, que incluiu problemas de logística, excesso de burocracia e

regulamentação, assimetria de informações e "poder" administrativo (que estimula a corrupção em várias etapas das transações comerciais) aumentam as resistências nas transações (PAULA, 2013). Os acordos regionais de comércio (RTAs) são exemplos das tentativas de integração que deliberadamente aumentam os esforços para diminuir a distância administrativa e política entre os seus signatários (GHEMAWAT, 2001).

As estimativas calculadas para os coeficientes da variável para acordo regional de comércio (*rta*) foram [0.396] (estimação 1) e [0.423] (estimação 3), estatisticamente significativos ao nível de 1% de significância. Contudo, a inclusão dos efeitos fixos para os pares de países nas estimações (2) e (4), que absorvem os efeitos das variáveis invariantes no tempo, fez com que os coeficientes para os acordos regionais passassem a ser estatisticamente não significativos.

As barreiras tarifárias também são medidas que afetam a distância administrativa e política entre os países e com consequências diretas sobre os custos incorridos pelo compradores (GHEMAWAT, 2001). Muitos países aplicam tarifas às importações com objetivos políticos de proteger a indústria nacional ou como forma de extrair renda. Até a década de 1990, o Brasil utilizava-se amplamente desse mecanismo na tentativa de estimular o seu parque industrial (NASSIF, 2007). Mas mesmo com a redução das tarifas após a abertura comercial, a tarifa média aplicada pelo Brasil ainda permaneceu relativamente maior do que a tarifa média aplicada pelo resto do mundo e pela tarifa média aplicada pelos países importadores às exportações de bens de capital brasileiras

O coeficiente das medidas tarifárias impostas pelo país importador apresentaram o sinal esperado e foram estatisticamente significativas nos quatro modelos estimados por PPML (Tabela 1). Observa-se, no entanto, que os coeficientes pontuais quando se utilizou na estimação os dados de todo o período entre 2008-2016 foram menores relativamente às estimações que utilizaram dados com intervalos. Ademais, os valores das estimações na presença de efeitos fixos para pares de países foram relativamente maiores. O coeficiente das medidas tarifárias impostas pelo país importador das exportações brasileiras de bens de capital foi estatisticamente significativo apenas no modelo que considera dados para todo o período e sem efeitos fixos para pares de países. Já o coeficiente que capta os efeitos das tarifas de importação impostas pela Brasil foi estaticamente significativo apenas nas estimações que consideraram os dados relativos a todo o período de análise. Uma elevação de 10% no valor das tarifas reduziria as importações mundiais, em média, em 0.73% de acordo com a estimação (1) e 0.25% na (2) e as importações brasileiras reduziriam, em média, em 3.91% de acordo com a estimação (1) e 1.83% na (2). Esses efeitos podem ser explicados pela perda de importância das tarifas nas políticas comerciais com as negociações da *World Trade Organization*, fazendo com que as mesmas apresentassem um efeito pequeno sobre os fluxos de comércio (PAULA, 2013).

Na Tabela 2, estão as resistências ou custos de transação médios (%) para um grupo de países selecionados.

Tabela 2 - Resistências bilaterais médias (%) estimadas para países selecionados

		2008-2016		2008-2012-2016	
		Importação		Exportação	
Argentina	ARG	138.85	307.99	136.84	300.73
Brazil	BRA	137.77	305.58	134.16	291.79
Chile	CHL	131.25	285.18	129.09	277.49
Germany	DEU	113.88	237.21	116.12	245.95
Mexico	MEX	130.99	282.90	130.36	281.59
Paraguay	PRY	137.22	302.96	133.53	290.93
Peru	PER	129.02	273.35	129.25	280.00
Uruguay	URY	140.10	309.35	136.30	297.30
United States	USA	129.36	274.99	133.07	289.76
Elasticidade		6.37	4.29	6.37	4.29

Fonte - Resultados da pesquisa. Base de dados com 144 países.

Os custos de transação médios foram calculando utilizando a equação (27). Em que $\hat{\eta}I_{ij}$ e $\hat{\beta}T_{ij,t}$ foram recuperados das estimativas (1) e (3) (Tabela 1) e $\hat{\sigma}$ foi calculado a partir da função de produção (equação 31).

Observa-se que as resistências bilaterais foram positivas e maiores do que um, como esperado. Os resultados estimados aproximam-se aos valores no intervalo de [1.796; 4.352] estimados por Anderson, Larch e Yotov (2014), o que indica que as resistências bilaterais ao comércio de bens de capital estão próximas às resistências para o comércio dos outros bens.

A resistência bilateral média para as importações do Brasil de bens de capital foi a terceira maior entre os países selecionados (Tabela 2) e a sexta maior entre todos os 144 países da amostra. Os outros membros do Mercosul também estão entre os países com maiores resistências à importação. Esses dados revelam que a indústria brasileira enfrenta um dos maiores custos do mundo para a aquisição de bens de capital no mercado internacional, no entanto, que os valores encontrados são próximos da resistência enfrentada pelos seus parceiros no Mercosul. É possível concluir da análise das magnitudes das resistências bilaterais estimadas que os investimentos para a aquisição dos bens necessários à produção são maiores no Brasil do que a média mundial. Esses custos maiores aprofundam o peso do déficit do setor na balança comercial do país, dada a dependência das importações. Concomitantemente, o Brasil enfrenta a terceira maior resistência média para as suas exportações de bens de capital entre os países selecionados e a décima terceira maior entre todos os 144 países da amostra, o que encarece a produção nacional e reduz a capacidade de competição com os produtos relativamente mais baratos no mercado internacional.

As estimações do modelo gravitacional por PPML permitiram recuperar o conjunto de *dummies*, $\pi_{i,t}$, para exportador (origem)-setor-ano (*exporter-product-time fixed effects*), que controlam para $\Pi_i^{1-\sigma}$, o índice de resistência multilateral externo (*outward multilateral resistance*). O termo de resistência multilateral externo é uma variável independente na estimação da função de produção (equação 31), que permite recuperar a elasticidade de substituição e a participação de trabalho e capital na produção, cujos resultados são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Renda e resistência ao comércio no período 2008-2016

	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
	Cobb-Douglas Irrestrito	Cobb-Douglas Restrito	ALY Irrestrito	ALY Restrito	ALY Irrestrito	ALY Restrito
L1	0.576 (0.005)***	0.676 (0.003)***	0.505 (0.005)***	0.503 (0.004)***	0.523 (0.006)***	0.592 (0.004)***
Lk	0.305 (0.003)***	0.324 (0.003)***	0.340 (0.003)***	0.340 (0.004)***	0.351 (0.003)***	0.367 (0.003)***
lomr_bsln			-0.159 (0.005)***	-0.157 (0.003)***	-0.032 (0.002)***	-0.041 (0.001)***
_cons	8.414 (0.019)***	8.106 (0.012)***	9.031 (0.026)***	9.033 (0.019)***	8.727 (0.025)***	8.557 (0.019)***
R ²	0.999		0.999	0.999	0.999	0.999
N	133848	133848	93935	93935	93935	93935
Sigma			6.296	6.366	30.815	24.336
Alfa			0.405	0.403	0.362	0.382
ll+lk	0.881	1.000	0.845	0.843	0.874	0.959

Fonte: Resultados da pesquisa. Nota lrgdpna_ido – variável dependente em log do PIB real a preços constantes de 2011 para o país exportador. Erro padrão entre parênteses. *** denota significância a 1%, ** denota significância a 5%, * denota significância a 10%. Os resultados dos EF para país e ano foram omitidos por brevidade.

Restringindo a apresentação das análises aos modelos gravitacionais dinâmicos, observa-se que nas estimações (7) e (8), foi introduzido o termo de resistência multilateral externo, $\Pi_i^{1-\sigma}$, recuperado a partir da estimação (1) (Tabela 1). A magnitude do coeficiente da variável do emprego efetivo foi maior relativamente ao valor do coeficiente da variável capital. Observa-se o efeito negativo e estatisticamente

significativo dos custos de transação captados pelo termo de resistência multilateral externo. Aplicando as relações estruturais do modelo desenvolvido na equação (31), $\sigma = -1/\hat{\kappa}_3$, obteve-se a elasticidade substituição de 6.296 e, a partir da relação estrutural $\alpha = \hat{\kappa}_2(\sigma/\sigma - 1) = \hat{\kappa}_2/1 + \hat{\kappa}_3$, a participação do capital na produção foi estimada em 0.405, considerando a restrição $L_{j,t} + K_{j,t} = 1$ na estimação (8). Os resultados confirmaram a participação maior do trabalho, mas não alteraram significativamente os valores dos coeficientes estimados. Aplicando as relações estruturais do modelo, obteve-se a elasticidade substituição de 6.366 e a participação do capital na produção de 0.403.

Nas estimações (9) e (10) foram introduzido o termo de resistência multilateral externo, $\Pi_i^{1-\sigma}$, recuperado a partir da estimação (2) (Tabela 1). em que havia sido introduzido os efeitos fixos para pares de países. Na estimação (9), observa-se o efeito negativo e estatisticamente significativo dos custos de transação captados pelo termo de resistência multilateral externo, mas com uma magnitude menor do que na estimação (7). Aplicando as relações estruturais do modelo, obteve-se a elasticidade substituição de 30.815 e a participação do capital na produção de 0.362. Na estimação (10), foi imposta a restrição $L_{j,t} + K_{j,t} = 1$ e obteve-se a elasticidade substituição de 24.336 e a participação do capital na produção de 0.382.

Os resultados das estimações (11) a (16), conforme identificadas na Tabela 4, foram empregados dados com intervalo de três anos para 2008, 2012 e 2016. Nas estimações (13) e (14), foi introduzido o termo de resistência multilaterais externos, $\Pi_i^{1-\sigma}$, recuperado a partir da estimação (3) (Tabela 1).

Tabela 4 - Renda e resistência ao comércio para 144 países nos anos de 2008-2012-2016

	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
Período	Cobb-Douglas	Cobb-Douglas	ALY	ALY Restrito	ALY	ALY Restrito
2008 2012 2016	Irrestrito	Restrito	Irrestrito		Irrestrito	
L1	0.575 (0.006)***	0.688 (0.004)***	0.488 (0.008)***	0.454 (0.006)***	0.516 (0.008)***	0.601 (0.007)***
Lk	0.292 (0.004)***	0.312 (0.004)***	0.316 (0.006)***	0.312 (0.006)***	0.345 (0.005)***	0.362 (0.006)***
lomr_bsln			-0.271 (0.008)***	-0.233 (0.004)***	-0.020 (0.003)***	-0.037 (0.003)***
_cons	8.301 (0.029)***	7.957 (0.024)***	9.246 (0.034)***	9.254 (0.034)***	8.567 (0.044)***	8.385 (0.046)***
R ²	0.999		0.999	0.999	0.999	0.999
N	44616	44616	31376	31376	31376	31376
Sigma			3.694	4.285	49.803	27.288
Alfa			0.434	0.408	0.352	0.376
ll+l _k	0.867	1.000	0.804	0.766	0.861	0.963

Fonte: Resultados da pesquisa. Nota: lrgdpna_ido – variável dependente em log do PIB real a preços constantes de 2011 para o país exportador. Erro padrão entre parênteses. *** denota significância a 1%, ** denota significância a 5%, * denota significância a 10%. Os resultados dos EF para país e ano foram omitidos por brevidade.

Observa-se na estimação (13), o efeito negativo e estatisticamente significativo dos custos de transação captados pelo termo de resistência multilateral externo, no entanto, a sua magnitude foi relativamente menor do que na estimação (7), o que implica, por sua vez, uma elasticidade substituição menor, 3.694. A participação do capital na produção foi de 0.434. Na estimação (14), foi imposta a restrição $L_{j,t} + K_{j,t} = 1$, e os resultados confirmaram a magnitude menor do coeficiente para o termo de resistência multilateral externo em relação aos valores estimados em (8) e uma elasticidade substituição de 4.285. A participação do capital na produção foi estimada em 0.408.

Nas estimações (15) e (16), foi introduzido o termo de resistência multilateral externo, $\Pi_i^{1-\sigma}$, recuperado a partir da estimação (4) (Tabela 1), com a introdução de efeitos fixos para pares de países. Observa-se na estimação (15) que a magnitude do termo de resistência foi maior relativamente a magnitude

estimada em (9), com a elasticidade substituição de 49.803. Na estimação (16), a magnitude dos efeitos do termo de resistência multilateral também foi maior do que a valores estimados em (10), com uma elasticidade substituição de 27.288.

Os efeitos negativos e estatisticamente significativos dos termos de resistências multilateral, em todas as estimações apresentadas, são evidências que apoiam a suposição do modelo teórico, de que existe uma relação inversa entre os custos comerciais que os produtores enfrentam e o crescimento do produto. Nota-se que os valores obtidos para a elasticidade substituição a partir das estimações (7), (8), (13) e (14), satisfazem a restrição teórica de que a elasticidade deve ser maior que um e se encaixam na distribuição de valores existentes na literatura, que geralmente variam entre 3 e 12 (ANDERSON; LARCH; YOTOV, 2014). No entanto, as estimativas (9), (10), (15) e (16), calculadas com o coeficientes extraídos das equações gravitacionais estimadas com os efeitos fixos para pares de países (Tabela 1), apresentam valores divergentes dos encontrados na literatura (HILLBERRY; HUMMELS, 2013).

Anderson, Larch e Yotov (2014) estimaram a elasticidade substituição dentro do intervalo de [5.100; 9.751]. Loures (2017) calculou a elasticidade do comércio empregando a mesma metodologia do trabalho anterior e encontrou o valor de 8.8, no entanto, a amostra analisada se restringiu a apenas 13 países em desenvolvimento. Hillberry e Hummels (2013) revisaram a literatura sobre a elasticidade substituição encontraram estimativas das elasticidades de substituição com valores pontuais iguais a 5.0, na mediana, mas com alguns produtos apresentando elasticidades maiores.

Por sua vez, a estimações do modelo gravitacional por PPML permitiu recuperar o conjunto de *dummies*, $\chi_{j,t}$, para importador (destino)-setor-ano (*importer-product-time fixed effects*), que controlam para $P_j^{1-\sigma}$, o índice de resistência multilateral interno (*inward multilateral resistance*), utilizado como variável dependente nas estimação da equações de acumulação de capital (equação 34). A equação de acumulação permite, por sua vez, estimar as taxas de depreciação específicas do capital.

Seguindo os procedimentos sugeridos por Loures e Figueiredo (2017), foi estimada uma função de acumulação irrestrita (estimação 17) e outra restrita (estimação 18), nas quais foram introduzidos o termo de resistência multilateral interno, $P_j^{1-\sigma}$, recuperado a partir da estimação (1) (Tabela 1), e foram incluídos efeitos fixos para anos e países (Tabela 5).

Tabela 5 - Acumulação de capital e resistência ao comércio no período 2008-2016

	(17) ALY irrestrito	(18) ALY restrito	(19) ALY irrestrito	(20) ALY restrito
lrgdpna_idd_1	0.033 (0.003)***	0.055 (0.003)***	0.030 (0.004)***	0.021 (0.001)***
lk_idd_1	0.926 (0.004)***	0.945 (0.003)***	0.926 (0.005)***	0.979 (0.001)***
limr_bsln_1	-0.023 (0.004)***	-0.055 (0.003)***	-0.002 (0.001)**	-0.021 (0.001)***
_cons	-0.392 (0.040)***	-0.705 (0.042)***	-0.308 (0.036)***	-0.255 (0.017)***
R ²	0.951	0.951	0.951	0.950
N	85549	85549	85447	85447

Fonte: Resultados da pesquisa. Nota: lk_idd - variável dependente em logaritmo em valores constantes a preços nacionais de 2011. Erro padrão entre parênteses. *** denota significância a 1%, ** denota significância a 5%, * denota significância a 10%. Os resultados dos EF para país e ano foram omitidos por brevidade.

Os coeficientes foram estatisticamente significativos e apresentaram os sinais esperados. Além disso, eles implicam valores para δ [0.023; 0.055] semelhantes aos valores estimados por Anderson, Larch e Yotov (2014). Observa-se que os valores dos coeficientes das três variáveis no modelo são estáveis comparativamente com os valores dos coeficientes nas estimações (19) e (20), nas quais foram introduzidos os termos de resistência multilateral externo, $P_j^{1-\sigma}$, recuperado a partir da estimação (2), conforme a Tabela 1. A estimativa do coeficiente do termo de resistência multilateral interno foi estatisticamente significativa, o que se constitui na relação causal entre comércio e acumulação de capital. De acordo com a teoria, a

Acredita-se, com base nos resultados encontrados, que a promoção da aquisição de bens de capital no mercado internacional via a redução das resistências ao comércio seria benéfica para o crescimento do país, em razão dos seus efeitos na acumulação e na produção.

5 Considerações finais

A literatura discutida iluminou a importância da acumulação de bens de capital para o crescimento do produto. Mesmo em países dependentes de importações, o setor seria o vetor para a incorporação da base científica e tecnológica da fronteira internacional e da sua difusão para todos os setores dependentes. Uma preocupação recorrente identificada nessa literatura foi a de se quantificar os efeitos deletérios das resistências bilaterais e multilaterais sobre os fluxos comerciais. Contudo, em trabalhos recentes, as resistências ao comércio são também fundamentais nas análises sobre o crescimento econômico.

Esses desenvolvimentos das teorias favorecem o estudo sobre os determinantes do comércio internacional considerando agora não apenas a perspectiva dos fluxos das exportações e importações, que até então consistia no foco central dessa área da Economia Internacional, porém ainda mais relevante, os seus efeitos sobre a acumulação de capital, a produtividade e o produto. Estudos com esse objetivo mais abrangente, na perspectiva da teoria do modelo gravitacional, começaram apenas em 2014. Daí emergiu o problema de avaliação dos efeitos dos fluxos de importações de bens de capital sobre o crescimento econômico do Brasil e de um conjunto de países entre 2008-2016, via resistência ao comércio e acumulação de capital.

A originalidade desse trabalho consistiu em aplicar o Modelo Gravitacional Estrutural Dinâmico para estimar os parâmetros para um setor específicos, i. é., de bens de capital. Destacam-se como contribuições relevantes, as estimações dos impactos das resistências multilaterais sobre os fluxos comerciais, a acumulação de capital e o crescimento.

As evidências extraídas do agregado dos resultados analisados permitem inferir, com certa segurança, que políticas comerciais que aprofundem a abertura comercial e a integração do Brasil nas cadeias internacionais de valor na produção de bens de capital podem ser benéficas para o crescimento do país. Uma redução das resistências ao comércio aumentaria a disponibilidade de bens de capital no mercado interno ao reduzir o preço do investimento para as empresas em todos os setores dependentes, que teriam consequências sobre a atual relação capital/trabalho na produção, ainda muito dependente do trabalho nos países não desenvolvidos, entre os quais, está o Brasil. Ademais, ao promover a formação bruta de capital físico, impacta diretamente os ganhos de produtividade, crescimento econômico e na difusão tecnológica.

Por seu turno, as empresas nacionais produtoras de bens de capital ficariam expostas à competitividade dos produtos internacionais e, para sobreviverem, teriam que aumentar a sua produtividade, desenvolver novas tecnologias e reduzir os seus preços relativos. Não obstante, a abertura comercial não impede que sejam construídas políticas para impulsionar e sustentar o desenvolvimento de um parque produtor nacional ao estimular a absorção e adaptação da tecnologia da fronteira internacional, que está incorporada nos bens importados. E, quiçá, mais importante, construir políticas de incentivo às exportações, como, por exemplo, acordos regionais de integração, que reduzam os custos enfrentados pelos produtores nacionais para acessar os mercados de outros países, na medida que os efeitos da resistência multilateral externa podem ser considerados impedimentos relevantes à inserção da produção nacional no mercado internacional.

6 Referências

ANDERSON, J. E.; LARCH, M.; YOTOV, Y. V. **Growth and Trade: A Structural Approach**. In: SIXTEENTH ANNUAL CONFERENCE - EUROPEAN TRADE STUDY GROUP (ETSG) - LMU MUNICH AND IFO INSTITUTE. Munich, 2014. Disponível em: <<https://www.etsg.org/ETSG2014/Papers/084.pdf>>. Acesso em: 6 dez. 2020.

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. Disponível em: <<https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/000282803321455214>>. Acesso em: 13 jun. 2020.

- ANDERSON, J. E.; WINCOOP, E. V. Trade Costs. **Journal of Economic Literature**, v. 42, n. 3, p. 691–751, 2004. Disponível em: <<http://links.jstor.org/sici?sici=0022-0515%28200409%2942%3A3%3C691%3ATC%3E2.0.CO%3B2-%23>>.
- BALDWIN, R.; TAGLIONI, D. Gravity for Dummies and Dummies for Gravity Equations. **NBER Working Paper**, n. 12516, p. 1–31, 2006. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w12516.pdf>>.
- EATOM, J.; KORTUM, S. Trade in capital goods. **European Economic Review**, v. 45, n. 7, p. 1195–235, 2001. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0014292100001033>>.
- EGGER, P. et al. The Trade Effects of Endogenous Preferential Trade Agreements. **American Economic Journal: Economic Policy**, v. 3, n. 3, p. 113–143, ago. 2011. Disponível em: <<https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/pol.3.3.113>>.
- EGGER, P. H.; LARCH, M. Interdependent preferential trade agreement memberships: An empirical analysis. **Journal of International Economics**, v. 76, n. 2, p. 384–399, 2008. Disponível em: <https://econpapers.repec.org/article/eeeinecon/v_3a76_3ay_3a2008_3ai_3a2_3ap_3a384-399.htm>.
- FALLY, T. Structural gravity and fixed effects. **Journal of International Economics**, v. 97, n. 1, p. 76–85, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022199615001026>>.
- FEENSTRA, R. C.; INKLAAR, R.; TIMMER, M. P. **PWT - Penn Word Tables 9.1**. Disponível em: <<https://www.rug.nl/ggdc/productivity/pwt/>>.
- FRANSMAN, M. Technological Capability in the Third World: An Overview and Introduction to some of the Issues raised in this Book. In: FRANSMAN, M.; KING, K. (Ed.). **Technological Capability in the Third World**. London: Palgrave Macmillan UK, 1984. p. 3–30.
- GHEMAWAT, P. Distance still matters: the hard reality of global expansion. **Harvard Business Review**, p. 137–147, 2001. Disponível em: <<https://hbr.org/2001/09/distance-still-matters-the-hard-reality-of-global-expansion>>.
- GUR, U. The development of a domestic capital goods industry: a diffusion perspective. In: DRUID Academy's Winter Conference on Innovation, Growth and Industrial Dynamics, Aalborg, Denmark. **Anais...** Aalborg, Denmark: 2004. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/4372/1a03ac4c431f0692a2015679321ee348e445.pdf>>.
- HEAD, K. **Gravity for beginners**, 2003. Disponível em: <[https://vi.unctad.org/tda/background/Introduction to Gravity Models/gravity.pdf](https://vi.unctad.org/tda/background/Introduction%20to%20Gravity%20Models/gravity.pdf)>.
- HEAD, K.; MAYER, T. Chapter 3 - Gravity Equations: Workhorse, Toolkit, and Cookbook. In: GOPINATH, G.; HELPMAN, E.; ROGOFF, K. (Ed.). **Handbook of International Economics**. Handbook of International Economics. North Holland: Elsevier, 2014. 4p. 131–195.
- HEAD, K.; MAYER, T.; RIES, J. The erosion of colonial trade linkages after independence. **Journal of International Economics**, v. 81, n. 1, p. 1–14, 2011. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/copyright>>.
- HILLBERRY, R.; HUMMELS, D. Chapter 18 - Trade Elasticity Parameters for a Computable General Equilibrium Model. In: DIXON, P. B.; JORGENSEN, D. W. (Ed.). **Handbook of Computable General Equilibrium Modeling**. North Holland: Elsevier, 2013. p. 1213–1269.
- LEE, J.-W. Capital goods imports and long-run growth. **Journal of Development Economics**, v. 48, n. 1, p. 91–110, 1995. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0304387895000151>>.

LOURES, A.; FIGUEIREDO, E. Uma Nota Sobre o Impacto do Comércio Internacional no Crescimento de Economias em Desenvolvimento. **Revista Brasileira de Economia**, v. 71, n. 4, p. 453–461, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71402017000400453>.

LOURES, A. R. **Modelos empíricos de economia internacional**. 2017. Programa de Pós-graduação em Economia (Métodos quantitativos aplicados) da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/12512>>.

MUTREJA, P.; RAVIKUMAR, B.; SPOSI, M. Capital Goods Trade and Economic Development. **Globalization Institute Working Papers. Federal Reserve Bank of Dallas**, v. Working Pa, n. 183, p. 1–44, 2016. Disponível em: <<https://www.dallasfed.org/media/documents/institute/wpapers/2014/0183.pdf>>.

NASSIF, A. Estrutura e Competitividade da Indústria de Bens de Capital Brasileira. **Textos para Discussão BNDES**, n. 109, p. 1–49, 2007. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/td/td-109.pdf>.

OLIVEIRA, A. C. Estrutura e dinâmica do fluxo comercial brasileiro de bens de capital no período 1989-2016. **RDE - Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 1, n. 42, p. 348–368, 2019. Disponível em: <<https://revistas.unifacs.br/index.php/rde/article/view/5984/3836>>.

PAULA, J. S. **Indicadores internos de competitividade e seus efeitos nos fluxos de comércio**. 2013. Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Viçosa, 2013. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/3279/texto_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

PIERMARTINI, R.; YOTOV, Y. V. Estimating Trade Policy Effects with Structural Gravity. **School of Economics Working Paper Series**, School of Economics Working Paper Series. 14 jul. 2016. Disponível em: <https://ideas.repec.org/p/ris/drxlwp/2016_010.html>.

SANTOS SILVA, J. M. C.; TENREYRO, S. The Log of Gravity. **The Review of Economics and Statistics**, v. 88, n. 4, p. 641–658, 2006. Disponível em: <<http://personal.lse.ac.uk/tenreyro/jensen08k.pdf>>.

SANTOS SILVA, J. M. C.; TENREYRO, S. Further simulation evidence on the performance of the Poisson pseudo-maximum likelihood estimator. **Economics Letters**, v. 112, n. 2, p. 220–222, 2011. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165176511001741>>.

THIRLWALL, A. P. **A natureza do crescimento econômico**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, 2005.

VERMULM, R. A indústria de bens de capital seriados. **Escritório no Brasil - Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe - CEPAL**, 2003. Disponível em: <http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/28375/LCbrsR147_pt.pdf;jsessionid=FCC8566A8D3231B93CFA01118EE61BE7?sequence=1>.

WORLD BANK; UN-CONTRADE. **WITS - World Integrated Trade Solution**. Disponível em: <<https://wits.worldbank.org/>>.

YOTOV, Y. V. et al. **An Advanced Guide to Trade Policy Analysis: The Structural Gravity Model**. Genebra: UNCTAD-WTO, 2016.