

## DETERMINANTES DOS FLUXOS COMERCIAIS DE BENS DE CAPITALS NAS ECONOMIAS DESENVOLVIDAS

*Determinants of commercial flows of capital goods in developed economies*

Anselmo Carvalho de Oliveira<sup>1</sup>

**Resumo:** O objetivo deste artigo é determinar os impactos das resistências bilaterais e multilaterais sobre o comércio de bens de capital entre os países desenvolvidos (com renda per capita maior do que US\$ 12,615 em 2012). A investigação sobre os determinantes do comércio de bens de capital é relevante, porque a expansão da oferta desses bens tem efeitos positivos sobre crescimento da produtividade e do produto e existe uma lacuna de estudos sobre o tema. Aplicando os desenvolvimentos teóricos e empíricos recentes do modelo gravitacional, constatou-se, principalmente, os efeitos positivos dos acordos regionais e os efeitos negativos das barreiras tarifárias para o comércio de bens de capital entre os países desenvolvidos. Os resultados sinalizam que políticas comerciais que promovam acordos regionais de comércio e a redução tarifária tem efeitos positivos sobre os fluxos comerciais desses bens e podem estimular a economia via aumento da produtividade e acumulação de capital.

**Palavras-chave:** bens de capital; economias desenvolvidas; modelo gravitacional; resistências bilaterais; resistências multilaterais.

**Abstract:** The purpose of this article is to determine the impacts of bilateral and multilateral resistance on the trade of capital goods between developed countries (with per capita income greater than US\$12,615 in 2012). Research on the determinants of trade in capital goods is relevant because the expansion of the supply of these goods has positive effects on productivity and output growth and there is a lack of studies on the subject. Applying the recent theoretical and empirical developments of the gravitational model, it was found mainly the positive effects of regional agreements and the negative effects of tariff barriers for the trade of capital goods between developed countries. The results indicate that trade policies that promote regional trade agreements and tariff reduction have positive effects on trade flows of these goods and may stimulate the economy through increased productivity and capital accumulation.

**Keywords:** capital goods; developed economies; gravitational model; bilateral resistances; multilateral resistances.

### 1. INTRODUÇÃO

O comércio internacional pode trazer diversos benefícios para os países engajados nas trocas. As nações tendem a alocar os seus recursos de forma mais eficiente ao

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de São João del-Rei – UFSJ.

importarem bens em que a produção nacional não é competitiva e exportarem bens em que possuem vantagens comparativas. A especialização incentiva a redução de custos e o aumento da produtividade, encadeando uma série de efeitos que contribuem para resultados setoriais, micro e macroeconômicos positivos (KRUGMAN; OBSTFELD; MELITZ, 2015; AFRICANO et al., 2018).

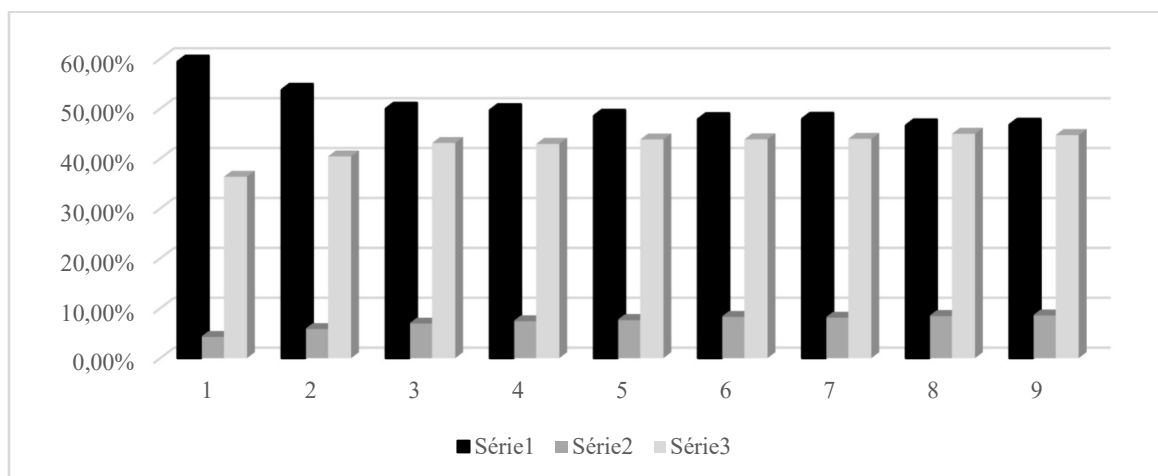
Nas últimas cinco décadas, ocorreu uma rápida internacionalização e fragmentação dos processos de produção e de mudanças nos padrões de comércio em todo o mundo, com acordos comerciais para reduzir resistências – barreiras -, bilaterais e multilaterais, estreitando os horizontes temporais e ampliando a cobertura espacial da tomada de decisões em política comercial (CIPOLLINA; SALVATICI, 2010; EGGER et al., 2011). As evidências indicam que a queda nas resistências ao comércio aumenta a participação dos equipamentos no total de capital, cujas consequências são o aumento do bem-estar geral (MUTREJA; RAVIKUMAR; SPOSI, 2016; MUTREJA, 2017).

O problema dos impactos das resistências ao comércio sobre o setor de bens de capital é relevante, mas a literatura internacional, e, ainda mais notório, a nacional, além de consistir em poucos trabalhos empíricos, o aborda de forma fragmentada. Para diminuir essa lacuna, o artigo parte dos desenvolvimentos teóricos e empíricos recentes em busca de reunir evidências para explicar os determinantes do comércio de bens de capital entre os países desenvolvidos. A hipótese subjacente é a de que as resistências bilaterais e multilaterais têm impactos negativos sobre o comércio de bens de capital. Assim, as políticas direcionadas para a redução das barreiras comerciais sobre certos bens importados podem ser estratégicas para viabilizar a produção setorial em atividades domésticas, gerar ganhos de produtividade, bem como absorver e difundir tecnologias de fronteira. Por consequência, essas medidas podem reforçar tendências competitivas de certas atividades setoriais tanto no mercado interno quanto no externo.

O artigo limita-se, no entanto, à investigação dos determinantes do comércio entre os 50 países considerados desenvolvidos, tomando como padrão a renda per capita maior do que US\$ 12,615 em 2012, mediana do período da amostra analisada.

O período analisado na pesquisa é de 2008 a 2016, com os anos sendo representados com a numeração de 1 a 9 na Figura 1.

Figura 1- Participação no fluxo de comércio de bens de capital por nível de desenvolvimento do país



Série 1: Fluxo comercial entre os países considerados desenvolvidos na amostra.

Série 2: Fluxo comercial entre os países considerados como não-desenvolvidos.

Série 3: Fluxo comercial dos países desenvolvidos para os não-desenvolvidos; e dos não-desenvolvidos para os desenvolvidos.

Não considera os fluxos internos a cada grupo.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Essa delimitação justifica-se em razão da lacuna na literatura sobre os fluxos comerciais de bens de capital entre esses países. Observa-se na figura 1, que o comércio entre os países desenvolvidos representa em torno de 40% a 60% do valor do comércio total de bens de capital nos anos da amostra, contudo, esses países representam apenas 12% dos fluxos comerciais totais de bens de capital considerando o total de 144 países com dados compilados. Indicando, a importância da participação do comércio entre os países desenvolvidos em relação ao comércio total de bens de capital. Ademais, a qualidade dos dados utilizados para o fluxo comercial e, principalmente, para as tarifas apresentam um volume menor de zeros, o que pode afetar os resultados das estimações<sup>2</sup>.

Além da introdução, o texto é organizado da seguinte forma: na revisão da literatura, apresentou-se uma breve discussão sobre os modelos que discutem a importância do comércio de bens de capital. Na metodologia, foram apresentados as especificações e métodos de estimação empregados para a obtenção da equação gravitacional, além da definição do setor de bens de capital e a fonte dos dados. Em

<sup>2</sup> Observa-se também na Figura 1, que a participação do comércio entre os países desenvolvidos e não-desenvolvidos cresceu após a crise de 2008, cujos efeitos foram mais expressivos sobre os países desenvolvidos. Em razão das particularidades do comércio entre os países desenvolvidos e não desenvolvidos e das causas desse que levaram a uma modificação do padrão de comércio entre eles após a crise de 2008, optou-se por desenvolver uma análise em separado que será apresentada em um artigo posterior.

seguida, foram apresentados e discutidos os resultados das estimações. Seguem-se, as considerações finais e as referências.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

O setor de bens de capital é importante para as transformações no processo de produção e de difusão tecnológica. O uso de máquinas e equipamentos aumenta a produtividade do trabalho. Ao incorporarem tecnologia, esses bens são portadores de conhecimento e transmissores de progresso ao longo de todos os setores que os demandam. A difusão de novas máquinas e equipamentos melhora qualitativa e quantitativa a produção. Ter acesso a fatores que geram ganhos de produtividade é importante para o crescimento (FRANSMAN, 1984; VERMULM, 1995; MAZUMDAR, 2001; CAVALLO; LANDRY, 2018).

De Long e Summers (1990) argumentam que os países que investiram em bens de capital aumentaram a sua produtividade total, cujas consequências foram a queda nos preços dos equipamentos e o aumento na taxa de investimento. Para a escola da CEPAL, o crescimento do produto e da renda média é consequência do aumento da dotação de capital per capita, da aquisição da técnica para a utilização mais eficaz do capital e do aumento da produtividade média da economia com a transferência da mão-de-obra dos setores de baixa para os de alta produtividade. Esse processo, no entanto, depende de transformações na demanda e na estrutura produtiva através da incorporação da sofisticação tecnológica (BIELSCHOWSKY, 2000).

É através de um sistema industrial complexo e diversificado, com retornos crescentes de escala, com sinergia entre os diversos setores e alta produtividade que seria possível aumentar o emprego, a renda per capita e, por sua vez, reduzir a pobreza. Contudo, cada setor possui um potencial diferente para gerar crescimento no longo prazo. Os setores de produção de manufaturas e, especificamente, o setor de bens de capital apresentam maiores economias de escala e de escopo, maior incidência de inovação e de complexidade tecnológica, maior sinergia, maior produtividade e melhores resultados decorrentes da divisão do trabalho (BIELSCHOWSKY, 2000).

Na perspectiva de Baark (1991), as exigências necessárias para a competitividade global seriam criadas pelo caráter intensivo em conhecimento da indústria moderna de bens de capital – cujos produtos possuem alto valor agregado e têm a capacidade de difundir a tecnologia e o conhecimento que incorporam para todos os setores que os utilizam. A produtividade e a capacidade tecnológica nos setores de manufatura e não-

manufatura aumentariam, por sua vez, induzidos pelo setor de bens de capital. A produção nacional desses bens levaria o país a desenvolver tecnologias capazes de inserção competitiva no mercado internacional, viabilizando, no longo prazo, aumento nas capacidades domésticas e criando externalidades por meio de vínculos com as cadeias produtivas e tecnológicas internacionais. 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 (OLIVEIRA, 2019).

Mazumdar (2001) salienta que economias abertas tendem a crescer mais rápido do que economias fechadas, porque são capazes de investir em bens de capital importados, relativamente mais baratos e produtivos. No entanto, quando existem barreiras comerciais, o preço do bem importado aumenta até que as taxas de retorno fiquem iguais aos dos bens nacionais. Mas a diferença entre os preços no mercado internacional e no doméstico acumula-se como renda de quota ou de tarifas, que pode ser usada para realizar novos investimentos. Esses fundos não estão disponíveis quando a economia funciona em autarquia.

Eaton e Kortum (2001) argumentam que alguns poucos países concentram as pesquisas, o desenvolvimento e a produção de bens de capital. Como a produtividade de um país depende do seu acesso a esses bens e a sua capacidade de usá-los, o comércio acaba promovendo a difusão tecnológica. 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 facilitaria o seu acesso com potenciais efeitos positivos sobre a produtividade, mitigando as diferenças em relação aos países desenvolvidos.

Por sua vez, Mutreja, Ravikumar e Sposi (2016) propõem um modelo em 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. Primeiro, o estoque de capital por trabalhador seria menor em países que possuem barreiras ao comércio de bens de capital, conseqüentemente, estes países acabam tendo uma acumulação de capital menor relativamente aos países com menores barreiras comerciais, na medida em que a sua taxa de transformação de consumo em investimento é menor. Já o segundo descreve que os países com maiores barreiras às importações de bens de capital acabam colocando recursos escassos na produção desses bens, 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 à acumulação de capital; isso, por sua vez, levaria à especialização na produção de bens em que cada país possui vantagens comparativas, reduzindo a diferença na acumulação de capital e na produtividade entre eles.

### 3. MÉTODO

#### 3.1 Modelo teórico

Para verificar os efeitos dos impactos dos determinantes do fluxo de comércio de bens de capital, com foco nas resistências bilaterais e multilaterais, foi utilizado o Modelo Gravitacional Estrutural (*Strutural Gravity Model*) (ANDERSON; VAN WINCOOP, 2003; ANDERSON, 2011). Nesse modelo, considera-se que os bens são diferenciados em relação à sua origem e cada país é especializado na produção de uma classe de bens. As preferências são homotéticas e fracamente separáveis em relação às classes de bens diferenciados pelo seu local de origem sendo aproximadas por uma função de utilidade agregada do tipo CES<sup>3</sup>. A maximização do consumo agregado ( $C_j$ ) sujeita-se à restrição orçamentária. A produção é exógena, os gastos são alocados apenas em consumo e a elasticidade substituição entre produtos concorrentes em qualquer mercado é constante. O preço de compra no país  $j$  é uma função do preço de oferta em  $i$  e da resistência bilateral. Para cada bem remetido de  $i$  para  $j$ , a resistência bilateral (i. é. 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

---

<sup>3</sup> Por simplicidade, foram omitidas das equações gravitacionais dessa seção as notações para o tempo ( $t$ ) e para o setor ( $k$ ).

que participa. 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. A estrutura de equilíbrio geral do modelo impõe uma condição de *market-clearing* ao preço de entrega; somando para todo  $j$ , assim  $\sum_j x_{ij} = y_i$ . A renda mundial nominal, que consiste no somatório da renda nominal de cada país, é definida como  $Y = \sum_j y_j$ , e a participação do país  $j$  na renda mundial é definida como  $\theta_j = y_j/Y$ .

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

Depois de controlado para o tamanho da economia, os fluxos comerciais dependem da resistência bilateral relativamente ao produto das suas resistências multilaterais. Resolvendo (1) para o índice de resistência multilateral externo (*outward multilateral resistance*) tem-se que:

$$\Pi_i^{1-\sigma} = \sum_j \left[ \frac{(t_{ij})}{P_j} \right]^{1-\sigma} \theta_j \quad (2)$$

Resolvendo (1) para o índice de resistência multilateral interno (*inward multilateral resistance*) tem-se:

$$P_j^{1-\sigma} = \sum_i \left[ \frac{(t_{ij})}{\Pi_i} \right]^{1-\sigma} \theta_i \quad (3)$$

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,  $\Pi_i$ .

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). 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 potências 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).

### 3.2 Modelo Empírico

O modelo gravitacional empírico é recorrente na literatura sobre comércio internacional, no entanto, é imprescindível observar os nuances metodológicos recomendados na literatura para que a estimação do modelo seja robusta (SANTOS SILVA; TENREYRO, 2006; EGGER et al., 2011; YOTOV et al., 2016).

Na primeira etapa, foram adotados os métodos clássicos de painel linear, Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) agrupado, Efeitos Fixos (*within*), Efeitos Aleatórios. Inicialmente, estimou-se o modelo gravitacional tradicional na forma logarítmica<sup>4</sup>:

$$\ln x_{ij,t} = \beta_0 + \beta_1 \ln Rem\_exp_{i,t} + \beta_2 \ln Rem\_imp_{j,t} + \beta_3 \ln Ren\_exp_{i,t} + \beta_4 \ln Ren\_imp_{j,t} + \beta_5 \ln Camb\_exp_{i,t} + \beta_6 \ln Camb\_imp_{j,t} + \beta_7 \ln taf_{ij,t} + \beta_8 Rta_{ij,t} + \beta_9 \ln Dist_{ij} + \beta_{10} Cont_{ij} + \beta_{11} Comling_{ij} + \beta_{12} Colonia_{ij} + \varepsilon_{ij,t} \quad (4)$$

em que  $\ln x_{ij,t}$  são os fluxos comerciais nominais entre os países  $i$  e  $j$ . Já as resistências bilaterais foram captas pela estrutura:  $\ln Ren\_exp_{i,t}$  é o logaritmo natural dos dispêndios do país exportador;  $\ln Ren\_imp_{j,t}$  é o logaritmo natural dos dispêndios do país importador;  $\ln Camb\_exp_{i,t}$  é o logaritmo natural da taxa de câmbio moeda nacional/dólar do país exportador;  $\ln Camb\_imp_{j,t}$  é o logaritmo natural da taxa de câmbio moeda nacional/dólar do país importador;  $\ln taf_{ij,t}$  é o logaritmo natural de um mais as tarifas *ad valorem* aplicadas pelo país  $j$  aos fluxos comerciais dos bens de capital do país  $i$ ;  $Rta_{ij,t}$  assume o valor um se os países fazem parte de um acordo regional de comercial, e zero caso contrário. Por sua vez, os determinantes invariantes no tempo são:  $\ln Dist_{ij}$  é o logaritmo natural da distância entre as capitais do país  $i$  e  $j$ ,  $Cont_{ij}$  assume o

<sup>4</sup> Por simplicidade, foram omitidas das equações gravitacionais dessa seção as notações para o setor ( $k$ ).

valor um se os países  $i$  e  $j$  possuem uma fronteira comum, e zero caso contrário,  $Comling_{ij}$  assume o valor um se os países  $i$  e  $j$  compartilham a mesma língua oficial, e zero caso contrário,  $Colonial_{ij}$  assume o valor um se os países mantiveram ou mantêm alguma relação colonial, e zero caso contrário.

A equação gravitacional 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; sua omissão leva à estimação com viés das variáveis na equação. Para resolver o problema da omissão de variável para os termos de resistência multilateral do modelo teórico, foram utilizadas duas estratégias recorrentes na literatura: i) a criação da variável “*Remoteness*” para o país exportador e para o importador (como no modelo 4); ii) e *dummies* para exportador (origem)-setor-ano (*exporter-product-time fixed effects*) e importador (destino)-setor-ano (*importer-product-time fixed effects*), como nos modelos (5 a 8) desenvolvidos a frente no artigo (BALDWIN; TAGLIONI, 2006; YOTOV et al., 2016).

Na equação 4, a resistência multilateral foi captada pela seguinte estrutura:  $Rem\_exp_{j,t}$ , variável “*remoteness*” para o país exportador construída como  $\ln\left(\sum_j Dist_{ij} / \frac{y_{i,t}}{y_t}\right)$ ; variável “*remoteness*” para o país importador construída como  $\ln\left(\sum_j Dist_{ij} / \frac{y_{j,t}}{y_t}\right)$ .

Inicialmente foi estimado o modelo por MQO agrupado e avaliado para heterocedasticidades com o teste Breusch-Pagan/Cook-Weisberg. A hipótese nula da homocedasticidade sendo rejeitada é recomendado utilizar erros-padrão-robustos (*cluster-robust standard error estimator*; i. é. cluster para pares de países), que corrige os problemas de heterocedasticidade e autocorrelação em painéis curtos, pois o erro padrão estimado converge para o verdadeiro erro padrão conforme o número de clusters  $M$  se aproxima do infinito ( $M \gg 50$ ), o que é o caso da amostra analisada. Em seguida, para definir entre o Modelo MQO agrupado e o modelo de Efeitos Aleatórios, foi utilizado o teste do multiplicador de Lagrange de Breusch-Pagan (*The Breusch-Pagan Lagrange multiplier test*). Se a hipótese nula não for rejeitada, o modelo de regressão agrupado é apropriado. Por fim, utilizou-se o teste de Hausman não robusto e o robusto para decidir entre efeitos fixos ou aleatórios. Se a hipótese nula não for rejeitada, coeficientes dos

efeitos fixos não são significativamente diferentes dos coeficientes dos efeitos aleatórios, sendo os efeitos aleatórios mais eficientes (CAMERON; TRIVEDI, 2005, 2010).

Na segunda etapa, os termos de resistências multilaterais foram controlados utilizando-se de *dummies*.

$$\ln x_{ij,t} = \pi_{i,t} + \chi_{j,t} + \beta_1 \ln taf_{ij,t} + \beta_2 Rta_{ij,t} + \beta_3 \ln Dist_{ij} + \beta_4 Cont_{ij} + \beta_5 Comling_{ij} + \beta_6 Colonia_{ij} + \varepsilon_{ij,t} \quad (5)$$

Na equação 5,  $\pi_{i,t}$  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, além de país importador e ano, que influenciam o comércio bilateral.

É relevante observar que 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, assim, os efeitos das variáveis de controle para a renda e para o câmbio tanto do país exportador quanto importado não podem ser estimados explicitamente sendo absorvidos. Contudo, as *dummies* são impostas teoricamente para capturar os efeitos dos termos de resistência multilateral (BALDWIN; TAGLIONI, 2006; YOTOV et al., 2016).

Egger et. al. (2011) sugerem que em aplicações com dados em painel deve-se incluir efeitos fixos bilaterais ( $\mu_{ij}$ ) 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 fixos unilaterais e bilaterais é:

$$\ln x_{ij,t} = \mu_{ij} + \pi_{i,t} + \chi_{j,t} + \beta_1 \ln taf_{ij,t} + \beta_2 Rta_{ij,t} + \varepsilon_{ij,t} \quad (6)$$

O conjunto de efeito fixo bilaterais invariantes no tempo para o par de países  $i$  e  $j$ ,  $\mu_{ij}$ , são correlacionados com as variáveis observáveis diádicas, portanto, elas não podem ser incluídas na equação (6).

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. Head e Mayer (2014) e Santos Silva e Tenreyro (2006) reportam que cerca de metade dos pares de países possuem comércio unidirecional ou não possuem comércio. Outro problema, mesmo controlando para os termos de resistência multilateral, é a heterocedasticidade. Santos Silva e Tenreyro (2006) argumentam que a transformação log-linear utilizada para estimar o modelo possui viés e é inconsistente na presença desse problema. Os erros heterocedásticos transformados geralmente estão correlacionados com as outras variáveis do modelo. 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)<sup>5</sup>. O método não assume a hipótese de homocedasticidade, é robusto para diferentes tipos de heterocedasticidade e leva em consideração os zeros na variável dependente (SANTOS SILVA; TENREYRO, 2006, 2011; HEAD; MAYER, 2014).

As equações 7 e 8 serão estimadas utilizando-se o PPML ficando com as seguintes formas funcionais, sendo a equação 8 com as *dummies* para a heterogeneidade bilateral.:

$$x_{ij,t} = \exp \left[ \pi_{i,t} + \chi_{j,t} + \beta_1 \ln taf_{ij,t} + \beta_2 Rta_{ij,t} + \beta_3 \ln Dist_{ij} + \beta_4 Cont_{ij} + \beta_5 Comling_{ij} + \beta_6 Colonia_{ij} \right] \cdot \varepsilon_{ij,t} \quad (7)$$

$$x_{ij,t} = \exp \left[ \mu_{ij} + \pi_{i,t} + \chi_{j,t} + \beta_1 \ln taf_{ij,t} + \beta_2 Rta_{ij,t} \right] \cdot \varepsilon_{ij,t} \quad (8)$$

E 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 (SANTOS SILVA; TENREYRO, 2006; BAIER; KERR; YOTOV, 2017).

<sup>5</sup> A discussão sobre a adequação dos diferentes estimadores na presença desses problemas não é o objeto aqui. Essa discussão ainda está presente na literatura e existem autores que sugerem outros estimadores em situações específicas. Para uma discussão ampla e qualificada sobre essa questão ver: (SANTOS SILVA; TENREYRO, 2006, 2011; HEAD; MAYER, 2014; SANTOS SILVA; TENREYRO; WINDMEIJER, 2014; FALLY, 2015; ANDERSON; LARCH; YOTOV, 2016).

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:

$$\ln(y_i - \hat{y}_i)^2 = \ln(\lambda_0) + \lambda_1 \ln \hat{y}_i + \varepsilon_i \quad (9)$$

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:

$$(y_i - \hat{y}_i)^2 = \lambda_0 \left( \hat{y}_i \right)^{\lambda_1} + \varepsilon_i \quad (10)$$

Não rejeitar a hipótese nula, por sua vez, apoiaria a suposição de que o estimador adequado seria o PPML. Head e Meyer (2014) argumentam, baseados em modelos de simulações de Monte Carlo, que resultados que rejeitam a hipótese  $\lambda_{ijt} = 1$ , mas que são significativos para  $\lambda_{ijt} < 2$ , 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  $\lambda_{ijt} = 2$ , embora estatisticamente diferentes de um, a estimação por PPML seria a mais apropriada.

### 3.3 Base de dados

Utilizando da classificação das atividades na CNAE 2.0 apresentados no Quadro 1, foi realizada uma tradução para o Sistema Harmonizado (HS - *The Harmonized Commodity Description and Coding System*) para extrair os dados dos fluxos comerciais nas bases internacionais<sup>6</sup>.

Os dados foram extraídos da *United Nations Commodity Trade Statistics Database* (UN-COMTRADE, 2020) através do *Word Integrated Trade System – WITS* (WORLD BANK; UN-CONTRADE, 2020) em valores CIF para as importações. Yotov et. al. (2016) e Piermartini e Yotov (2016) sugerem utilizar dados CIF (Custo, Seguro e Frete) para construir a variável dependente. Esses dados seriam mais confiáveis, porque

---

<sup>6</sup> Essa compatibilização dos produtos e atividades entre os diferentes sistemas foi baseada no PRODLIST Indústria 2013 e 2016 (IBGE, 2013, 2016), no volume 38 do Relatório Metodológico – Índice de preços ao produtor para Indústria de Transformação (IBGE, 2011) e nas tabelas de compatibilidade disponibilizadas pela Comissão Nacional de Classificação (CONCLA).

frequentemente as importações são taxadas e as administrações aduaneiras preocupam-se em monitorá-las. Também recomendam usar “dados espelhados”, ou seja, dados de importação dos países de destino como uma medida das exportações.

As tarifas foram extraídas do *Trade Analysis Information System* (TRAINS) (UNCTAD, 2020), do *WTO's Integrated Database* (IDB-WTO) e do *WTO's Consolidated Tariff Schedules Database* (CTS-WTO) (WTO, 2020a) por meio do WITS (WORLD BANK; UN-CONTRADE, 2020). Quatro tipos de tarifas são disponibilizados: Tarifas Preferenciais, Tarifas da Nação Mais Favorecida (MFN), Tarifas Limites (*Bounds*) e Tarifa Efetivamente Aplicada (TEA). Para integrar todas as informações sobre tarifas, essa variável foi construída da seguinte forma: primeiro, considerou-se as tarifas preferenciais extraídas da base TRAINS. As informações para as tarifas dos pares de países não encontradas nessa primeira etapa foram, em seguida, preenchidas utilizando os dados das Tarifas Aplicadas do TRAINS e do WTO, respectivamente. As informações das tarifas não completadas na terceira etapa foram preenchidas utilizando os dados das tarifas de Nação Mais Favorecida do TRAINS e do WTO, respectivamente. Por fim, na última etapa, foram utilizados dados das tarifas Limites para complementar as informações. Essa metodologia aumentou o número de pares de países com a variável tarifa preenchida. Em suma, as tarifas foram informadas para o setor considerando o conjunto dos produtos em agregados e mede o nível médio de proteção tarifária nominal ponderada, calculada pela receita tarifária total dividida pelo valor total dos fluxos comerciais.

Os dados da renda e do câmbio são do *Penn Word Tables 9.1* (FEENSTRA; INKLAAR; TIMMER, 2018). Os dados referentes às variáveis distância, contiguidade (fronteira comum), língua oficial comum e relações coloniais foram extraídos do *Centre D'Etudes Prospectives et d'Informations Internationales* (CEPII) (HEAD; MAYER, 2014). 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* (WTO, 2020b).

A base de dados com os 50 países<sup>7</sup> considerados desenvolvidos, isto é, aqueles que apresentavam renda per capita maior do que US\$ 12,615 em 2012 (mediana amostra).

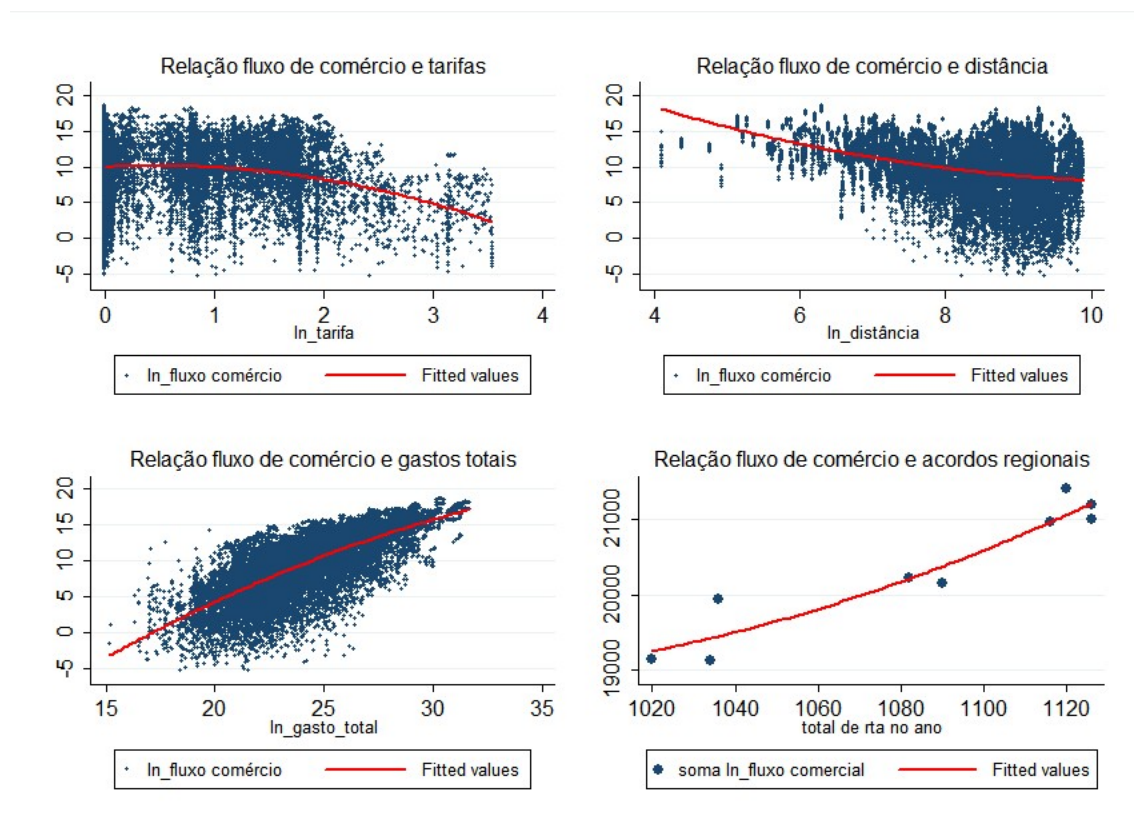
---

<sup>7</sup> Antigua and Barbuda (ATG), Aruba (ABW), United Arab Emirates (ARE), Australia (AUS), Austria (AUT), Belgium (BEL), Bahrain (BHR), Bermuda (BMU), Brunei (BRN), Canada (CAN), Switzerland (CHE), Chile (CHL), Cyprus (CYP), Germany (DEU), Denmark (DNK), Spain (ESP), Estonia (EST), Finland (FIN), France (FRA), United Kingdom (GBR), Greece (GRC), Hong Kong (HKG), Croatia (HRV), Ireland (IRL), Iceland (ISL), Israel (ISR), Italy (ITA), Japan (JPN), South Korea (KOR), Kuwait (KWT),

#### 4. RESULTADOS

Antes de passar para os testes de especificação e a modelagem econométrica utilizou-se técnicas de análise gráfica para avaliar a intuição básica do modelo e as relações entre as principais variáveis.

Figura 2 - Relações intuitivas entre as principais variáveis gravitacionais



Fonte: Resultados da pesquisa. O gráfico do quadrante inferior esquerdo foi construído somando o total do logaritmo dos fluxos comerciais em cada ano no eixo y e o total do número de relações comerciais bilaterais anuais realizadas quando os países da amostra participavam de acordos regionais de comércio entre si.

No gráfico superior esquerdo, pode-se observar que o comércio de bens de capital está correlacionado negativamente com as tarifas, isto é, países com tarifas mais altas aumentam os custos para a compra desses produtos no mercado internacional. Uma desvantagem das tarifas é que aumentam o preço de importações, levando a uma redução no excedente do consumidor. As tarifas desencorajam a competição internacional, levando a diminuições na variação ou disponibilidade do produto doméstico. À medida que a tarifa aumenta, também aumenta o custo de fazer negócios, o que significa que as

Lithuania (LTU), Luxembourg (LUX), Latvia (LVA), Macao (MAC), Malta (MLT), Netherlands (NLD), Norway (NOR), New Zealand (NZL), Oman (OMN), Poland (POL), Portugal (PRT), Qatar (QAT), Russia (RUS), Saudi Arabia (SAU), Singapore (SGP), Slovenia (SVN), Sweden (SWE), Trinidad and Tobago (TTO), Uruguay (URY), United States (USA).

margens de lucro diminuem. A expectativa é que países que impõem tarifas médias ponderadas mais altas tenham menor percentual comercial do PIB.

Pode-se observar também, a partir do gráfico superior direito, que a distância é, assim como as tarifas, um redutor do comércio de bens de capital, isto pode ser interpretado de acordo com a ideia básica subjacente à teoria gravitacional, a saber, pares de países mais distantes enfrentam custos de transportes mais altos reduzindo os fluxos comerciais entre eles.

No gráfico inferior esquerdo, por sua vez, observamos que o dispêndio dos países é positivamente correlacionado com os fluxos comerciais desses países, o que apoia a intuição básica de que países com os países com maiores níveis de produção necessitam mais de bens de capital, bem como exportam mais desses bens.

E, por fim, no gráfico inferior direito é possível observar que um aumento no número de acordos comerciais regionais (RTA) também parece ter promovido o comércio. Acordos de comércio geralmente são promovidos, porque podem aumentar a corrente de comércio entre os países signatários ao favorecerem a integração institucional e reduzirem barreiras tarifárias e não-tarifárias.

A segunda etapa foi a análise utilizando a modelagem econométrica para estimar as diferentes equações gravitacionais. Conforme discutido na metodologia, foram realizados uma série de testes para a correta especificação das equações e dos métodos de estimação adequados.

A avaliação da heterocedasticidade foi realizada através de análise da distribuição dos resíduos e do teste Breusch-Pagan/Cook-Weisberg, que mostraram que a hipótese nula da homocedasticidade foi rejeitada ao nível de 1% de significância, assim, os modelos foram estimados utilizando os erros-padrão-robustos (*cluster-robust standard error estimator*; i. é. cluster para pares de países) (CAMERON; TRIVEDI, 2005, 2010; CAMERON; GELBACH; MILLER, 2011).

Em seguida, para definir entre o Modelo MQO agrupado e o modelo de Efeitos Aleatórios, foi utilizado o teste do multiplicador de Lagrange de Breusch-Pagan (*The Breusch-Pagan Lagrange multiplier test*), em que a hipótese nula também foi rejeitada, indicando que modelo de regressão agrupado não é apropriado (CAMERON; TRIVEDI, 2005, 2005).

E por fim, utilizou-se o teste de Hausman não robusto e o robusto para decidir entre efeitos fixos ou aleatórios. A hipótese nula foi rejeitada, coeficientes dos efeitos fixos portanto são significativamente diferentes dos coeficientes dos efeitos aleatórios,

sendo os efeitos fixos mais eficientes (CAMERON; TRIVEDI, 2005, 2010). Cabe ressaltar que, segundo Egger et. al. (2011), se os termos de resistência multilateral forem independentes das outras variáveis no modelo, as estimações por efeitos aleatórios podem ser consistentes e eficientes. Contudo, o modelo teórico subjacente à equação empírica sugere que os termos de resistência dependem da resistência bilateral, o que impõe estimar as equações gravitacionais com efeitos fixos que controlam para os termos de resistência multilateral. Portanto, a estimação por efeitos aleatórios não consiste em procedimento adequado teoricamente e tampouco é a metodologia padrão na literatura. Como o modelo é não linear, não há transformações simples (*within*) para eliminar os efeitos fixos. Além disso, os dados consistem no conjunto dos pares de  $n$  países na amostra em que cada país consiste em exportador e importador. O total de observações é  $n(n-1)$ . Um país a mais no conjunto dos pares que constituem a amostra implica em  $2n$  observações adicionais, mas apenas 2 parâmetros adicionais. Segue-se que não há problema de parâmetro incidental, e os efeitos fixos para país podem ser estimados consistentemente para  $n \rightarrow \infty$ , incluindo uma variável *dummy* para cada país importador e exportador variando no tempo. Assim sendo, o método padrão recomendado na literatura, em diferentes contextos e características dos dados, são os efeitos fixos (EGGER et al., 2011; FALLY, 2015; ANDERSON; LARCH; YOTOV, 2016; PIERMARTINI; YOTOV, 2016).

Independentemente do resultado do teste de Hausman, para conhecimento do leitor, os resultados estimados utilizando MQO empilhado (modelos 1 e 2), Efeitos Fixos (*within*) (modelo 3) e os Efeitos Aleatórios (modelo 4) também foram apresentados.

Na literatura sobre as metodologias econométricas de estimação das equações gravitacionais, utiliza-se o teste Reset descrito em Santos Silva e Tenreiro (2006, 2011; 2014) para avaliar a especificação correta do modelo verificando a significância de um regressor adicional construído utilizando o vetor de parâmetros estimados. Os testes Resets mostram que os modelos 1, 2, 3, 4 e 8 estão incorretamente especificados. Também foi utilizado o teste de Park na versão de Manning e Mullahy como proposto por Santos Silva e Tenreiro (2006) e Head e Meyer (2014). Como argumentado na metodologia, ainda que os resultados não tenham conseguido distinguir estatisticamente com clareza 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  $\lambda_{ijt} = 2$ , embora estatisticamente diferentes de um, a estimação por PPML seria a mais

apropriada. A especificação teórica do modelo e o número de fluxos comerciais zerados na variável dependente também reforçam a conclusão de que a estimação utilizando o PPML deveria ser empregada. Em suma, a partir do conjunto de testes realizados, o modelo 7, estimado com *dummies* para país importador e exportador variando no tempo, com PPML, seria o mais adequado no caso concreto em análise dentre todos os apresentados na Tabela 1. Assim, a análise econômica será conduzida utilizando-se os resultados da equação 7, deixando os demais resultados apresentados a título de conhecimento para o leitor.

As variáveis para as resistências bilaterais foram incluídas explicitamente nas estimações e são consistentes com o conceito de distância, que 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.

A dimensão da distância geográfica é interpretada como uma proxy para custos de transporte, remessa e tempo, que foi aproximada pelas variáveis distância (*ln\_distância*) e contiguidade (*Contiguidade*). O coeficiente da variável para distância foi significativo estatisticamente ao nível de 1% de significância. A estimativa para distância ficou em -0.399 e são consistentes, estatisticamente, com as estimativas típicas para o modelo gravitacional encontradas na literatura. Krugman, Obstfeld e Melitz (2015) relatam que, em média, a elasticidades para a distância fica entre [-1; -0,7], e Wu (2015), ao revisar a literatura, encontrou valores, em média, de [-1.3; -0.8], quando se utiliza MQO. As estimações do coeficiente para distância, quando o estimador utilizando é o PPML, são inferiores às estimações utilizando MQO, o que está de acordo com outros resultados encontrados na literatura (SANTOS SILVA; TENREYRO, 2006; BAIER; KERR; YOTOV, 2017). Os resultados estatisticamente significativos indicam que 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.) (HEAD, 2003).

**DETERMINANTES DOS FLUXOS COMERCIAIS DE BENS DE CAPITALS NAS ECONOMIAS  
DESENVOLVIDAS**

Tabela 1 - Resultados das equações gravitacionais estimadas (Período 2008-2016)

| Variáveis / Modelos   | (1)                  | (2)                  | (3)                  | (4)                  | (5)                  | (6)                  | (7)                  | (8)                 |
|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| Acordo regional (rta) | 0.293***<br>(0.034)  | 0.293***<br>(0.086)  | 0.016<br>(0.081)     | 0.236***<br>(0.067)  | 0.132<br>(0.105)     | -0.163*<br>(0.087)   | 0.420***<br>(0.041)  | 0.001<br>(0.040)    |
| Contiguidade          | 0.462***<br>(0.076)  | 0.462**<br>(0.196)   |                      | 0.232<br>(0.188)     | 0.166<br>(0.186)     |                      | 0.295***<br>(0.033)  |                     |
| Relações Coloniais    | 0.554***<br>(0.073)  | 0.554***<br>(0.160)  |                      | 0.558***<br>(0.150)  | 1.142***<br>(0.162)  |                      | 0.193***<br>(0.033)  |                     |
| Língua Comum          | 1.197***<br>(0.045)  | 1.197***<br>(0.125)  |                      | 1.147***<br>(0.124)  | 0.330***<br>(0.113)  |                      | 0.341***<br>(0.036)  |                     |
| Sem_mar_imp           | -0.418***<br>(0.054) | -0.418***<br>(0.119) |                      | -0.419***<br>(0.128) |                      |                      |                      |                     |
| Sem_mar_exp           | -0.092*<br>(0.056)   | -0.092<br>(0.103)    |                      | 0.477***<br>(0.135)  |                      |                      |                      |                     |
| Ilha_imp              | 0.088**<br>(0.035)   | 0.088<br>(0.083)     |                      | 0.148<br>(0.097)     |                      |                      |                      |                     |
| Ilha_exp              | 0.238***<br>(0.033)  | 0.238***<br>(0.082)  |                      | 0.262***<br>(0.091)  |                      |                      |                      |                     |
| ln_tarifas            | -0.126***<br>(0.021) | -0.126**<br>(0.049)  | -0.129***<br>(0.039) | -0.144***<br>(0.036) | -0.466***<br>(0.071) | -0.170***<br>(0.050) | -0.162***<br>(0.039) | -0.004<br>(0.022)   |
| ln_distância          | -0.422***<br>(0.018) | -0.422***<br>(0.051) |                      | -0.647***<br>(0.050) | -0.976***<br>(0.052) |                      | -0.399***<br>(0.014) |                     |
| ln_gastos_imp         | 0.357***<br>(0.019)  | 0.357***<br>(0.044)  | 0.810***<br>(0.140)  | 0.489***<br>(0.040)  |                      |                      |                      |                     |
| ln_gastos_exp         | 0.316***<br>(0.012)  | 0.316***<br>(0.032)  | 0.326**<br>(0.144)   | 0.638***<br>(0.049)  |                      |                      |                      |                     |
| ln_cambio_imp         | 0.060***<br>(0.008)  | 0.060***<br>(0.018)  | -0.364***<br>(0.110) | 0.031<br>(0.021)     |                      |                      |                      |                     |
| ln_cambio_exp         | 0.136***<br>(0.008)  | 0.136***<br>(0.018)  | 0.373***<br>(0.099)  | 0.093***<br>(0.021)  |                      |                      |                      |                     |
| ln_REM_IMP            | -0.726***<br>(0.021) | -0.726***<br>(0.050) | -0.474***<br>(0.064) | -0.605***<br>(0.040) |                      |                      |                      |                     |
| ln_REM_EXP            | -1.001***<br>(0.009) | -1.001***<br>(0.024) | -0.347***<br>(0.062) | -0.707***<br>(0.039) |                      |                      |                      |                     |
| _cons                 | 39.326***<br>(0.698) | 39.326***<br>(1.728) | 12.249***<br>(2.547) | 27.278***<br>(1.689) |                      |                      |                      |                     |
| Reset Teste           | -0.010***<br>(0.001) | -0.010***<br>(0.002) | 0.059***<br>(0.018)  | 0.008***<br>(0.003)  | -0.033<br>(0.018)    | -0.105<br>(1.394)    | 0.005<br>(0.002)     | 0.033***<br>(0.000) |
| MaMu Teste            |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                      |                     |
| P-valor Teste = 1     |                      |                      |                      |                      | 0.000                | 0.000                | 0.000                | 0.000               |
| P-valor Teste = 2     |                      |                      |                      |                      | 0.000                | 0.000                | 0.000                | 0.000               |
| N                     | 18697                | 18697                | 18697                | 18697                | 18697                | 18649                | 19299                | 19205               |
| r2                    | 0.816                | 0.816                | 0.034                |                      | 0.872                | 0.956                | 0.934                | 0.997               |
| r2_o                  |                      |                      | 0.506                | 0.804                |                      |                      |                      |                     |
| r2_b                  |                      |                      | 0.566                | 0.837                |                      |                      |                      |                     |
| r2_w                  |                      |                      | 0.034                | 0.028                |                      |                      |                      |                     |
| sigma_u               |                      |                      | 2.874                | 1.646                |                      |                      |                      |                     |
| sigma_e               |                      |                      | 0.957                | 0.957                |                      |                      |                      |                     |
| rho                   |                      |                      | 0.900                | 0.748                |                      |                      |                      |                     |

Nota: Significância: \*p<0,10, \*\*p<0,05, \*\*\*p<0,01. Erros Padrão entre parênteses. *Multi-way clustered SEs* para importador, exportador, ano. As equações de 1 a 6 foram estimadas pelo método dos MQO e as equações 7 e 8 foram estimadas com o método PPML. Modelo 1 – MQO empilhado. Modelo 2 – MQO empilhado com cluster. Modelo 3 – Efeitos Fixos *within*. Modelo 4 – Efeitos Aleatórios. Modelo 5 – MQO com *dummies* para importador-ano, exportador-ano. Modelo 6 - MQO com *dummies* para importador-ano, exportador-ano, importador-exportador. Modelo 7 – PPML com *dummies* para importador-ano, exportador-ano. Modelo 8 – PPML com *dummies* para importador-ano, exportador-ano, importador-exportador.

Fonte: Resultados da pesquisa.

As estimativas calculadas para os coeficientes da variável para fronteira comum ou contiguidade foram [0.295], estatisticamente significativos ao nível de 1% de significância. Esse valor é, por sua vez, comparativamente menor do que os valores encontrados por Head e Meyer (2014) em que a média do coeficiente era de [0.49] e a mediana de [0.53]; por sua vez, a média para a equação gravitacional estrutural era de [0.52] e a mediana [0.66]. A variável contiguidade é uma proxy para custos de transporte e similaridade cultural. Espera-se que países com fronteiras comuns tenham um sistema de transporte mais integrado e que também sejam mais próximos culturalmente (REIS; AZEVEDO; LÉLIS, 2014).

A distância cultural está associada às formas como as pessoas interagem e foi aproximada pelas variáveis que capta se dois países compartilham uma mesma Língua Comum e/ou se possuem ou possuíram relações coloniais (*Relações Coloniais*). O resultado encontrado para a variável relações coloniais foi de [0.193] e a variável língua comum foi [0.341], ambos significativos estatisticamente. Existem evidências também de que relações coloniais entre dois países diminuem a distância cultural. Mesmo após a independência, ex-colônias podem compartilhar costumes, preferências, linguagem 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 (HEAD; MAYER; RIES, 2011).

Já em relação ao coeficiente da variável língua comum, as estimativas na literatura internacional tendem a ser positivas e significativas. Para a variável língua comum, Head e Meyer (2014) identificaram que a média do coeficiente era de [0.49], a mediana de [0.54], a média para a equação gravitacional estrutural era de [0.33] e a mediana [0.39]. E para a variável colônia, a média do coeficiente era de [0.91] e a mediana de [0.92], ao passo que a média para a equação gravitacional estrutural era de [0.84] e a mediana [0.75]. Os resultados apresentados na literatura internacional para laços coloniais são divergentes, mas, geralmente, não significativos. Os resultados estatisticamente significativos são evidências de que 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 mais baixos 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).

A distância político-administrativa está associada às instituições e políticas comerciais aproximadas pela variável para acordo regional de comércio (*rta*) e tarifas (*ln\_tarifas*). 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.

A estimativa calculada para o coeficiente da variável para acordo regional de comércio (*rta*) foi [0.420], estatisticamente significativos ao nível de 1% de significância. Yotov e outros (PIERMARTINI; YOTOV, 2016; YOTOV et al., 2016) estimaram esses valores em [0.19] e Head e Meyer (2014) encontraram uma estimativa média de [0.28] com mediana de [0.36]. Cipollina e Salvatici (2010) realizaram uma meta-análise em 85 artigos com cerca de 1827 estimações para acordos bilaterais regionais e encontraram a média de [0.59], a mediana de [0.38] com a maioria dos coeficientes agrupados entre 0 e 1 (mas 312 estimativas relatavam efeitos negativos), mas com variação entre [-9.01; 15.41]. 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).

A estimativa calculada para o coeficiente da variável que capta os efeitos das tarifas foi de [-0.162]. Uma elevação de 10% no valor das tarifas reduziria as importações mundiais, em média, em 1.62% de acordo com o modelo. As barreiras tarifárias são medidas que afetam a distância administrativa e política entre os países e com consequências diretas sobre os custos incorridos pelos compradores. Muitos países aplicam tarifas às importações com objetivos políticos de protegerem a indústria nacional ou como forma de extraírem renda. Na literatura empírica que utiliza o modelo gravitacional para estimar a variável tarifa, os coeficientes encontrados apresentam uma alta variabilidade, influenciados principalmente pelas características das bases utilizadas como a disponibilidade de dados para cada setor e país, a elevada presença de fluxos zerados, a classificação setorial utilizada e, principalmente, a construção da variável pelos autores. Observa-se que o menor valor estatisticamente significativo encontrado foi de -17.072 para o setor de manufaturas (SILVA; MOREIRA, 2018) e o maior foi de 15.177 para o setor de produtos químicos (BITTENCOURT; CAMPOS, 2014). No entanto, os valores positivos encontrados na revisão da literatura são contrários ao esperado de

acordo com a teoria. Os trabalhos com coeficientes próximos aos encontrados nas estimações desta pesquisa foram entre -0.049 e -0.045 (PAULA, 2013) e entre -0.336 e -0.132 (DE, 2006). No entanto, todos esses trabalhos utilizaram amostras de países globais, sem considerarem especificamente o nível de desenvolvimento, o que afeta a sensibilidade dos resultados.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo investigou o problema dos efeitos das resistências bilaterais e multilaterais sobre o comércio de bens de capital em 50 países considerados desenvolvidos. Para acomodar esse objetivo, foi estimado um modelo gravitacional estrutural estático para quantificar as resistências bilaterais. Verificou-se que as resistências ao comércio aproximadas pelas barreiras geográficas (distância), barreiras político-administrativas (tarifas) foram estatisticamente significativas, apresentaram os sinais esperados, e os seus efeitos são restritivos ao comércio. Concomitantemente, outro conjunto de fatores, tem efeitos que estimulam o comércio internacional, dentre eles, a existência de fronteira comum (fator geográfico), a participação em acordos regionais (fato político-administrativo) e as relações de proximidade cultural entre o país importador e o exportador (e. g. língua comum e lações coloniais). Os resultados anteriores sugerem que a resistência bilateral tem efeitos negativos e estatisticamente significativos sobre o comércio. Os coeficientes estimados para as tarifas indicaram que os seus efeitos sobre os fluxos comerciais foram significativos, mas menores do que os efeitos da distância física.

## REFERÊNCIAS

AFRICANO, A. P. et al. **Comércio Internacional: Teorias, Políticas e Casos Práticos**. Edição: 1 ed. Portugal: Almedina, 2018.

ANDERSON, J. E. **The Gravity Model**. Annual Review of Economics, v. 3, n. 1, p. 133–160, 2011. Disponível em: <<http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev-economics-111809-125114>>.

ANDERSON, J. E.; LARCH, M.; YOTOV, Y. V. **Growth and Trade: A Structural Approach**. In: Sixteenth Annual Conference - European Trade Study Group (ETSG), Munich. Anais... In: LMU MUNICH AND IFO INSTITUTE. Munich: 2014. Disponível em: <<https://www.etsg.org/ETSG2014/Papers/084.pdf>>.

ANDERSON, J. E.; LARCH, M.; YOTOV, Y. V. **Estimating General Equilibrium Trade Policy Effects: GE PPML**. School of Economics Working Paper Series. Philadelphia: LeBow College of Business, Drexel University, 15 maio 2016. Disponível em: <[https://ideas.repec.org/p/ris/drxlwp/2016\\_006.html](https://ideas.repec.org/p/ris/drxlwp/2016_006.html)>. Acesso em: 13 jun. 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>>.

BAARK, E. **The accumulation of technology: Capital goods production in developing countries revisited**. World Development, v. 19, n. 7, p. 903–914, 1991. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0305750X91901414>>.

BAIER, S.; KERR, A.; YOTOV, Y. V. **Gravity, Distance, and International Trade: School of Economics Working Paper Series**. Philadelphia: LeBow College of Business, Drexel University, 12 fev. 2017. Disponível em: <[https://ideas.repec.org/p/ris/drxlwp/2017\\_005.html](https://ideas.repec.org/p/ris/drxlwp/2017_005.html)>. Acesso em: 13 jun. 2020.

BALDWIN, R.; TAGLIONI, D. **Gravity for Dummies and Dummies for Gravity Equations: NBER Working Paper**. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, 2006. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w12516.pdf>>.

BIELSCHOWSKY, R. **Cinqüenta anos de pensamento na CEPAL**. Uma resenha. In: BIELSCHOWSKY, R. (Ed.). Cinqüenta anos de pensamento na CEPAL. Rio de Janeiro: Ed. Record, 2000. 1p. 13–68.

BITTENCOURT, G. M.; CAMPOS, A. C. **Efeitos da instabilidade da taxa de câmbio no comércio setorial entre Brasil e seus principais parceiros comerciais**. Economia Aplicada, v. 18, n. 4, p. 657–678, dez. 2014. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1413-80502014000400005&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1413-80502014000400005&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: 9 jun. 2020.

CAMERON, A. C.; GELBACH, J. B.; MILLER, D. L. **Robust Inference With Multiway Clustering**. Journal of Business & Economic Statistics, v. 29, p. 238–249, 2011. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/25800796>>.

CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. **Microeconometrics: methods and applications**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. **Microeconometrics Using Stata**. Revised Edition ed. Texas, USA: Stata Press, 2010.

CAVALLO, M.; LANDRY, A. **Capital-Goods Imports and US Growth**. Bank of Canada Staff Working Paper 2018, v. 1, p. 1–45, 2018. Disponível em: <<https://www.bankofcanada.ca/2018/01/staff-working-paper-2018-1/>>.

CIPOLLINA, M.; SALVATICI, L. **Reciprocal Trade Agreements in Gravity Models: A Meta-Analysis**. Review of International Economics, v. 18, n. 1, p. 63–80, 2010. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1467-9396.2009.00877.x>>.

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>>. Acesso em: 8 jun. 2020.

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](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/>>. Acesso em: 16 jun. 2020.

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>>.

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>>.

IBGE. **Relatório Metodológico – Índice de preços ao produtor: Indústria de Transformação**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, 2011. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv52272.pdf>>.

IBGE. **PRODLIST-Indústria**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, 2013. Disponível em: <<https://concla.ibge.gov.br/classificacoes/por-tema/produtos/lista-de-produtos/prodlist-industria>>. Acesso em: 9 jun. 2020.

IBGE. **PRODLIST-Indústria**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, 2016. Disponível em: <<https://concla.ibge.gov.br/estrutura/produtos-estrutura/prodlist-industria>>.

KRUGMAN, P.; OBSTFELD, M.; MELITZ, M. J. **Economia internacional: teoria e política**. 10. ed. [s.l.] Pearson Prentice Hall, 2015.

LONG, J. B.; SUMMERS, L. **Equipment Investment and Economic Growth: NBER Working Paper**. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, 1990. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w3515.pdf>>.

MAZUMDAR, J. **Imported machinery and growth in LDCs**. Journal of Development Economics, v. 65, n. 1, p. 209–224, 2001. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304387801001341>>.

MUTREJA, P. **Composition of Capital and Gains From Trade in Equipment: SSRN Scholarly Paper**. Rochester, NY: Social Science Research Network, 12 set. 2017. Disponível em: <<https://papers.ssrn.com/abstract=3169920>>. Acesso em: 26 set. 2020.

MUTREJA, P.; RAVIKUMAR, B.; SPOSI, M. **Capital Goods Trade and Economic Development: Globalization and Monetary Policy Institute**. Dallas: Federal Reserve Bank of Dallas, 2016. Disponível em: <<https://www.dallasfed.org/~media/documents/institute/wpapers/2014/0183.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>>.

PIERMARTINI, R.; YOTOV, Y. V. **Estimating Trade Policy Effects with Structural Gravity: School of Economics Working Paper Series**. Philadelphia: LeBow College of Business, Drexel University, 14 jul. 2016. Disponível em: <[https://ideas.repec.org/p/ris/drxlwp/2016\\_010.html](https://ideas.repec.org/p/ris/drxlwp/2016_010.html)>. Acesso em: 13 jun. 2020.

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>>.

SANTOS SILVA, J.; TENREYRO, S.; WINDMEIJER, F. **Testing Competing Models for Non-negative Data with Many Zeros**. *Journal of Econometric Methods*, v. 4, n. 1, 2014. Disponível em: <<https://www.degruyter.com/view/journals/jem/4/1/article-p29.xml>>. Acesso em: 30 jan. 2021.

SILVA, O. M.; MOREIRA, F. D. G. **Diferentes setores e acordos regionais: efeitos no comércio internacional**. *Revista de Economia e Agronegócio*, v. 16, n. 3, p. 327–344, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ufv.br/ojs/rea/article/view/7891>>.

UN-COMTRADE. **United Nations Commodity Trade Statistics Database**. Disponível em: <<https://comtrade.un.org/>>.

VERMULM, R. **O setor de bens de capital**. In: SCHWARTZMAN, S. (Ed.). *Ciência e tecnologia no Brasil: política industrial, mercado de trabalho e instituições de apoio*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1995. p. 149–178.

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

WTO. **Tariff Download Facility: WTO tariff data base**. Disponível em: <<http://tariffdata.wto.org/>>. Acesso em: 16 jun. 2020a.

WTO. **Regional trade agreements Gateway**. Disponível em: <<http://rtais.wto.org/UI/PublicMaintainRTAHome.aspx>>. Acesso em: 16 jun. 2020b.

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