



RIGIDEZ AMBIENTAL E COMÉRCIO INTERNACIONAL: O QUE MOSTRAM AS EVIDÊNCIAS?

ENVIRONMENTAL STRICTNESS AND INTERNATIONAL TRADE: WHAT DOES THE EVIDENCE SHOW?

Autor(es):

Pedro Milreu Cunha

Filiação: Mestrando em economia aplicada no Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

E-mail: pedro.milreu@academico.ufpb.br

Rafael de Sousa Araújo

Filiação: Doutorando em economia no Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

E-mail: rafaelaraujo05@hotmail.com

Viviani Silva Lirio

Filiação: Professora Titular do Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa (UFV)

E-mail: vsllirio@ufv.br

Grupo de Trabalho (GT): <<01. Mercados agrícolas e comércio exterior>>

Resumo

O objetivo central do presente trabalho foi verificar a veracidade da hipótese de que a regulamentação ambiental de uma nação, capturada por meio de um *score* baseado no consumo energético do país, impacta em seus fluxos bilaterais de comércio internacional. Para tanto, foram estimadas nove equações baseadas no modelo de gravidade, por meio de um painel contendo observações para 120 países durante o período de 2010-2014, utilizando o *Poisson Pseudo- Maximum Likelihood Estimator* (PPML). Os resultados apontam que, de forma geral, há um efeito significativo da *proxy* utilizada para capturar a rigidez da legislação ambiental sobre os níveis de comércio internacional dos países da amostra

Palavras-chave: Modelo de gravidade. Comércio internacional. Meio ambiente.

Abstract

The central objective of the present work was to verify whether the hypothesis that a country's environmental regulation captured using a score based on the country's energy consumption affects their trade flows. In order to accomplish that, nine equations were estimated based on the gravity model, using a panel that includes data for 120 countries from 2010-2014. The estimation method was the Poisson Pseudo-Maximum Likelihood Estimator (PPML). The results show that, in general, there is a significant impact of the proxy used to capture the role of environmental legislation in the levels of international trade for the countries present in the sample.

Key words: Gravity model. International trade. Environment.

1. Introdução

Embora só se possa falar efetivamente em comércio internacional após o aparecimento dos estados nações, em virtude da adequação no uso dessa terminologia, o comércio entre regiões distantes ou entre populações diferentes data de muito antes das civilizações modernas. Há relatos que atestam para a existência de uma colônia mercantil assíria em Kanesh, Capadócia, ainda no século XIX a.C. (STEARNS, 2001), bem como merece destaque a Rota



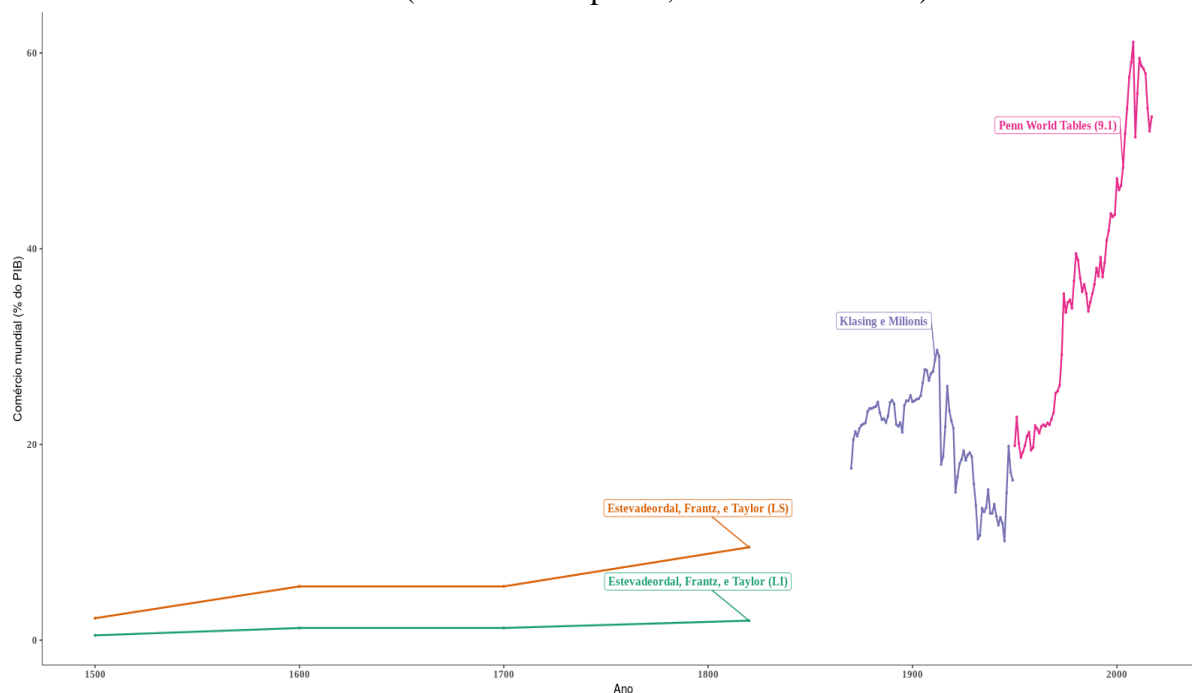
da Seda, que foi amplamente utilizada entre os séculos II a.C. e XVIII, sendo central para a interação entre as regiões ocidental e oriental do mundo. (ELISSEEFF, 2000)¹.

No entanto, foi a partir dos avanços tecnológicos obtidos na primeira Revolução Industrial - com os subsequentes processos de inovação dela decorrentes -, que o comércio internacional passou a ter um papel mais determinante na economia mundial. Com o passar do tempo, a redução dos custos de transporte e os incrementos na comunicação e na logística, as relações de troca internacionais tiveram sua realização facilitada, facultando a ampliação dos fluxos comerciais e a integração entre os países.

A constatação desse fenômeno pode ser feita, por exemplo, através da observação da relevância do comércio internacional ao longo do tempo, por meio do índice de abertura comercial dos países. Conforme pode-se verificar a partir dos dados apresentados na Figura 1, durante praticamente todo o período analisado pelos autores que perfizeram mais de 500 anos de história - houve aumento no índice, ocorrendo sua retração apenas em subperíodos específicos como guerras e grandes crises mundiais.

Figura 1: Índice de abertura da economia mundial - 1500 a 2017

(LS: Limite superior, LI: Limite inferior)



Fonte: (ESTEVADEORDAL; FRANTZ; TAYLOR, 2003; FEENSTRA; INKLAAR; TIMMER, 2015; KLASING; MILIONIS, 2014).

Em particular, após o final da revolução industrial foi quando se observou o primeiro incremento exponencial no índice de abertura da economia mundial. Além disso, na segunda metade do século XX, com a revolução da informação e o desenvolvimento de novas tecnologias, novamente verificou-se um aumento significativo no índice, chegando a atingir 61,11% em 2008, tendo se mantido em média em 56,25% desde então.

Confirmando a importância do comércio internacional, Frankel e Romer (1999) e Alcalá e Ciccone (2004) encontraram evidências de que a troca comercial é um dos fatores que

¹ Informações mais detalhadas podem ser obtidas em (JUNGUITO; FEDERICO, 2016; VANHAM, 2019)



impulsionam o crescimento econômico, sendo capaz de proporcionar aumento da competitividade das firmas, das economias de escala e da inovação.

Apesar disso, é preciso cautela. Não obstante que, de uma forma agregada, o efeito líquido do comércio internacional seja (geralmente) positivo, sobretudo em análises agregadas, há também consequências potencialmente negativas ou, ao menos, desafiadoras para muitos países. Nesse sentido, destaque-se a possibilidade de redução no nível de emprego (TUHIN, 2015), impactos na saúde (SMITH et al., 2015) e aumento da desigualdade regional (DAUMAL; ÖZYURT, 2010; PAVCNIK, 2017). Em particular, há uma preocupação atual sobre como a abertura comercial pode estar afetando o meio-ambiente (FRANKEL, 2008; WILLIAMS, 1993).

Ainda não há um consenso na literatura acerca desta relação. Reynolds (1991) aponta que embora o aumento na escala de produção possa significar mais poluição, desmatamento e outros danos ambientais, mudanças nos processos produtivos devido à inovação podem contornar esses problemas, equilibrando os impactos gerados com os benefícios do incremento produtivo. Para além disso, com o aumento da renda real dos indivíduos, há também a possibilidade de um aumento da demanda por qualidade ambiental (a chamada Curva de Kuznets ambiental²).

Gonçalves (1998), por seu turno, argumenta que a situação das nações em desenvolvimento é particularmente difícil, pois a vantagem comparativa desses países é largamente assentada na dotação de recursos naturais e em sua exploração; ademais, geralmente não dispõem de tecnologias de produção limpas, ou encontram custos proibitivos em sua utilização (devido às condições históricas), de modo que a sua participação no comércio internacional têm um alto custo ambiental, como por exemplo as grandes plantações de soja no Brasil voltadas para exportação.

Tão importante quanto os estudos citados é a análise do impacto da regulamentação ambiental sobre os níveis de comércio, sendo esse o objeto de estudo do presente trabalho. Afinal, uma vez que teoricamente custos de controle ambiental podem desencorajar a produção de certos produtos, é plausível que países com normas mais flexíveis tenham uma vantagem de custos quando comparados àqueles com legislações ambientais mais estritas. (PETHIG, 1976; SIEBERT, 1977; MCGUIRE, 1982).

Tobey (1990), um dos primeiros a estudar empiricamente o tema, ao contrário do que aponta a teoria, não encontrou evidências que sustentem a hipótese de que uma legislação ambiental mais rígida causa uma alteração nos padrões de troca internacional das indústrias sujas, definidas pelo autor como aquelas cuja razão entre os custos com abatimento de poluição e os custos totais é maior do que 0.0185, como por exemplo as indústrias químicas e de mineração³. Beers e Bergh (1997), em trabalho semelhante ao desenvolvido por Tobey (1990), analisaram o impacto de regulamentações ambientais nos fluxos de comércio internacional, utilizando para isso uma análise empírica de vários países. Seus resultados mostraram que regulamentações mais estritas tem um forte impacto negativo nas exportações de commodities sujas de firmas *footloose*⁴ ou *non-resource based* e nas importações de um modo geral.

Um entrave à essas análises é a dificuldade em se obter uma medida para o rigor das legislações ambientais. Assim, os autores têm buscado utilizar *proxies* para essa variável, como

² Referências complementares sobre este tema podem ser encontrados em (STERN, 2004; CARVALHO; ALMEIDA, 2010; CARVALHO, 2013).

³ O valor de corte de 0,0185 foi escolhido porque resulta em um conjunto de firmas que são geralmente consideradas como as mais poluidoras ao redor do mundo (TOBEY, 1990).

⁴ São firmas que não dependem de um insumo de produção geograficamente específico.



por exemplo o *score* baseado no consumo de energia dos países utilizado por Beers e Bergh (1997) e no presente trabalho⁵.

De fato, a preocupação ambiental cresceu muito nas últimas décadas, conforme evidenciado pelas inúmeras conferências ambientais realizadas, como por exemplo a Conferência de Estocolmo (1972) e a Rio-92 (1992) da qual resultaram sete importantes documentos oficiais⁶. Houve, ainda, a criação do Protocolo de Kyoto em 1997. Esse protocolo previa obrigações como reforma dos setores de energia e transportes; adoção de fontes energéticas renováveis, proteção das florestas dentre outras.

Em anos mais recentes, foram realizadas outras conferências e ratificados outros acordos, como por exemplo a Cúpula do Desenvolvimento Sustentável (2015) e o Acordo de Paris (2015), respectivamente. Assim, tendo em vista a importância da temática atualmente, não se pode garantir que os resultados estimados com dados antigos continuem válidos, sendo necessárias novas análises.

Outra lacuna encontrada na literatura é a ausência de análises envolvendo países em desenvolvimento. Tobey (1990) e Beers e Bergh (1997), por exemplo, restringiram suas análises a países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Como justificativa, os autores apontam a dificuldade de obtenção de dados para os países em desenvolvimento e sua heterogeneidade como razões para sua exclusão da análise.

Nesse sentido, tendo por base a hipótese de que o cenário ambiental de um país tem efeito sobre seus fluxos de comércio internacional, o presente trabalho tem por objetivo analisar a adequação dessa hipótese para as relações comerciais de um conjunto de cento e vinte países entre os anos de 2010-2014. Espera-se, com isso, contribuir com o avanço do entendimento sobre a interação entre os dois temas e com a literatura nacional sobre o assunto.

2. Modelo de Gravidade

O modelo de Gravidade, proposto inicialmente por Tinbergen (1962)⁷, o modelo postula que, assim como a lei de gravitação universal da física, as relações de troca entre países são inversamente proporcionais à distância entre eles (distância entre os corpos) e diretamente proporcionais ao tamanho das economias deles (massa dos corpos). Matematicamente, essa relação pode ser expressa como em (1):

$$F_{ij} = G \cdot \frac{M_i \cdot M_j}{D_{ij}} \quad (1)$$

onde:

F_{ij} : fluxo comercial entre os países i e j ;

G : é uma constante;

M_i e M_j : dimensão da economia dos países i e j , respectivamente;

D_{ij} : distância entre os países i e j .

Apesar dos esforços iniciais, é importante destacar que as estimações do modelo de gravidade aplicadas ao comércio internacional realizadas nas décadas de 1960 e 1970 careciam de maior fundamentação teórica, fazendo com que esta caísse em desuso durante algum tempo (BALDWIN; TAGLIOLI, 2006). O desenvolvimento do trabalho de Anderson (1979), no qual

⁵ É importante que pesquisas futuras busquem inovar de modo a criar uma medida mais fiel para a rigidez da legislação ambiental.

⁶ A Carta da Terra; A Convenção sobre Diversidade Biológica; A Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação; A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima; A Declaração dos princípios sobre Florestas; A Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento e a Agenda 21.

⁷ Isard (1954) é o autor do trabalho original sobre o modelo de gravidade. Tinbergen (1962) foi quem primeiro aplicou o modelo às trocas internacionais.



foram apresentados micro fundamentos para o modelo, permitiu o retorno e a extensão de suas aplicações.

Nesta proposta, o autor, fazendo uso das funções de despesa, diferenciação por origem e preferências do tipo *Constant Elasticity of Substitution (CES)*, derivou uma equação gravitacional teórica. Outros trabalhos que buscam alicerçar o modelo gravitacional na teoria econômica são (BERGSTRAND, 1985; BERGSTRAND, 1989; DEARDORFF, 1998).

Anderson e Wincoop (2003) avançaram o arcabouço teórico do modelo de gravidade ao analisarem os resultados obtidos por McCallum (1995)⁸ e apresentarem os conceitos de resistência bilateral e resistência multilateral. Segundo os autores, para além dos fatores de resistência à troca entre cada par de países (resistência bilateral), há de se levar em conta também os fatores de resistência de cada país com todos os demais (resistência multilateral). Uma vez corrigida essa omissão, foram encontrados os resultados esperados.

Com o passar dos anos, o modelo foi sendo aprimorado, de forma a incorporar mais variáveis, tornando possível diversas análises. Egger e Larch (2011), Sousa, Mayer e Zignago (2012), Cipollina e Salvatici (2010) são exemplos de trabalhos que fazem uso do modelo de gravidade para analisar os impactos de acordos comerciais regionais e de acordos de troca preferenciais.

Beers e Bergh (1997) e Tobey (1990), por outro lado, utilizaram o modelo aumentado em sua análise sobre o efeito de uma legislação ambiental mais estrita sobre o comércio internacional. Por fim, a análise proposta no presente trabalho também será realizada mediante uso do modelo de gravidade, de modo semelhante aos autores citados acima⁹.

3. Metodologia

Nesta seção serão apresentados os dados, com suas respectivas fontes e estatísticas descritivas e os mecanismos utilizados para alcançar os objetivos propostos no estudo. Para isso, a seção será dividida em cinco partes, sendo elas respectivamente, i) fonte de dados; ii) a forma de construção do score de rigidez ambiental; iii) estatísticas descritivas; iv) o modelo estimado e v) o método utilizado para a sua estimação e suas limitações.

3.1 Fontes de dados

Os dados relacionados aos fluxos de comércio bilaterais foram obtidos junto à *United Nations Commodity Trade Statistics Database (COMTRADE)*. Os referentes à existência de fronteira, língua comum e às distâncias entre os países foram coletados junto ao *Centre D'Estudes Prospectives et d'Informations Internationales (CEPII)*. Por fim, os dados sobre o Produto Interno Bruto (PIB) e a intensidade do uso de energia e sua variação foram obtidos utilizando o banco de dados do *World Bank* (os scores de rigidez ambiental são de construção própria do autor)¹⁰.

Essas informações foram coletadas para uma amostra de 120 países, durante um período de 5 anos. A escolha dos países visou a obtenção de um grupo relativamente grande e heterogêneo, obtendo-se uma amostra diversificada, composta não apenas por países desenvolvidos,

⁸ McCallum (1995) deu origem ao *border puzzle* devido ao resultado encontrado em seu trabalho, apontando que a fronteira entre o Canadá e os Estados Unidos gerou trocas entre as províncias canadenses que são 22 vezes maiores que as trocas entre as províncias canadenses e os estados norte americanos para o ano de 1998.

⁹ O modelo de gravidade é o carro-chefe das análises de comércio internacional. Assim, foram citados aqui apenas aqueles artigos considerados mais relevantes para o objeto de estudo.

¹⁰ Os fluxos de comércio bilaterais e o PIB são medidos em dólares correntes; a distância é medida em quilômetros e o consumo de energia é medido em quilograma equivalente de óleo de uso de energia por \$1.000 de Produto Interno Bruto (PIB) (paridade de poder de compra constante de 2011).



permitindo assim uma análise mais robusta da problemática em questão. A escolha do espaço temporal foi definida em função da disponibilidade de dados. Com isso, foram obtidas 71400 observações.

3.2 Construção do score de rigidez da legislação ambiental

Uma boa *proxy* para a rigidez da legislação ambiental deve ser orientada pelo resultado¹¹ das medidas legislativas, não devendo considerar apenas os gastos com abatimento e controle de poluição¹². Isso se deve ao fato de que um indicador assim construído captará, também, os impactos de medidas como subsídios e outros tipos de assistência financeira que possam distorcer os resultados das políticas ambientais. Além disso, para os autores, o indicador deve se ater ao máximo ao *polluter pays principle*¹³. Seguindo esta orientação, foram então utilizadas as seguintes variáveis para a construção do indicador:

- i) Mudança de intensidade de energia de cada país durante o período observado;
- ii) Nível de intensidade de energia anual de cada país durante o período observado medido em quilograma equivalente de óleo por \$1.000 PIB (paridade de poder de compra constante de 2011).

A ideia por trás dessa escolha é que países com alta intensidade de uso de energia, e que conseguiram reduzir esse valor ao longo do período analisado, o fizeram devido à uma legislação ambiental mais estrita. Para a criação do score foram realizadas as seguintes etapas:

- i) Os valores das variáveis foram ordenados em ordem decrescente, atribuindo 1 para o país com o pior resultado (valor mais baixo), 2 para o segundo pior e assim por diante, até atribuir o valor 120 para o país com o melhor resultado (valor mais alto);
- ii) Para 2010 o score de cada país foi obtido dividindo o valor obtido para o nível de intensidade de energia no passo anterior por 120 (número de países na amostra);
- iii) Para os demais anos, primeiro somou-se os valores obtidos para a mudança de intensidade e de nível de intensidade de energia. Essa nova quantidade foi novamente classificada em ordem decrescente e, por fim, esse último valor foi dividido por 120, gerando o score final de cada país para os anos de 2011-2014.

3.3 Estatísticas descritivas

Em primeiro lugar tem-se a Tabela 1, que mostra as estatísticas descritivas considerando todos os países da amostra. Pode-se observar que há grande variabilidade nos valores dos fluxos bilaterais, independentemente do tipo que sejam. Além disso, os países apresentam uma distância média em logaritmo de 8,617 km. No tocante às variáveis *dummy*, têm-se que 2,4% dos países fazem fronteira e 10% têm uma língua em comum. Em relação ao PIB, tem-se que o valor médio em logaritmo é de 25,418, com uma amplitude relativamente alta. Por fim, o *score* médio obtido pelos membros da amostra é de 0,502.

¹¹ Do inglês *output-oriented*

¹² A construção desse score é baseada nos trabalhos de (BEERS; BERGH, 1997; TOBEY, 1990)

¹³ Princípio diz que quem for responsável pela poluição também deve ser responsável pelo pagamento dos custos causados por ela



Tabela 1: Estatísticas descritivas - amostra completa

| Estatística | N | Média | Desv. pad. | Mín. | Máx. |
|------------------|-------|-----------|------------|--------|-------------|
| Fluxo total | 71400 | 1025669 | 7933239 | 0 | 397099250 |
| Fluxo NRB | 71400 | 58745398 | 463351629 | 0 | 22058296512 |
| Fluxo RB | 71400 | 172312629 | 1281481999 | 0 | 68233426147 |
| Fronteira | 71400 | 0,024 | 0,152 | 0 | 1 |
| Língua comum | 71400 | 0,100 | 0,299 | 0 | 1 |
| ln(Distância) | 71400 | 8,617 | 0,836 | 4,662 | 9,886 |
| Score exportação | 71400 | 0,502 | 0,289 | 0,008 | 1 |
| Score importação | 71400 | 0,502 | 0,289 | 0,008 | 1,000 |
| ln(PIB) | 71400 | 25,418 | 1,799 | 21,995 | 30,494 |

Fonte: elaboração própria baseada nos dados disponíveis em (CEPII, 2019; COMTRADE, 2019; WB, 2019).

Considerando agora apenas os 50% mais ricos, cujos dados encontram-se dispostos na Tabela 2, têm-se um pequeno na proporção de países que fazem fronteira, aumentando para 3,9%. A existência de um idioma comum, por outro lado, tem seu percentual reduzido para 9,7%, assim como a distância média, que diminui para 8,589, e o *score* médio dos países observados que cai para 0,491.

Tabela 2: Estatísticas descritivas - amostra dos 50% mais ricos

| Estatística | N | Média | Desv. pad. | Mín. | Máx. |
|------------------|-------|-----------|------------|--------|-------------|
| Fluxo total | 17700 | 3814278 | 15578088 | 0 | 397099250 |
| Fluxo NRB | 17700 | 218542021 | 909871558 | 0 | 22058296512 |
| Fluxo RB | 17700 | 285211733 | 1756222185 | 0 | 68233426147 |
| Fronteira | 17700 | 0,039 | 0,194 | 0 | 1 |
| Língua comum | 17700 | 0,097 | 0,296 | 0 | 1 |
| ln(Distância) | 17700 | 8,589 | 0,896 | 4,952 | 9,886 |
| Score exportação | 17700 | 0,491 | 0,278 | 0,008 | 1 |
| Score importação | 17700 | 0,491 | 0,278 | 0,008 | 1 |
| ln(PIB) | 17700 | 26,928 | 1,154 | 24,965 | 30,494 |

Fonte: elaboração própria baseada nos dados disponíveis em (CEPII, 2019; COMTRADE, 2019; WB, 2019).

Por fim, ao considerar apenas os 50% mais pobres (Tabela 3), há uma redução na distância média entre os países, caindo para 8,605 km, bem como uma diminuição na proporção de países que fazem fronteira, atingindo o patamar de 1,8%, e o PIB, apresentando um valor médio em logaritmo de 23,907. A existência de uma língua comum, por outro lado, aumenta para o percentual de 10,2% e o *score* médio torna-se maior também, alcançando 0,512¹⁴.

¹⁴ Todas as comparações são considerando o caso base no qual todos os países estão presentes na amostra.



Tabela 3: Estatísticas descritivas - amostra dos 50% mais pobres

| Estatística | N | Média | Desv. pad. | Mín. | Máx. |
|-------------------------|-------|------------|------------|--------|-------------|
| Fluxo total | 17700 | 16199,340 | 122154,100 | 0 | 4594009 |
| Fluxo NRB | 17700 | 994299,300 | 7935722 | 0 | 178819323 |
| Fluxo RB | 17700 | 56997647 | 537979402 | 0 | 22270580757 |
| Fronteira | 17700 | 0,018 | 0,133 | 0 | 1 |
| Língua comum | 17700 | 0,102 | 0,302 | 0 | 1 |
| $\ln(\text{Distância})$ | 17700 | 8,605 | 0,819 | 4,903 | 9,843 |
| Score exportação | 17700 | 0,512 | 0,299 | 0,008 | 1 |
| Score importação | 17700 | 0,512 | 0,299 | 0,008 | 1 |
| $\ln(\text{PIB})$ | 17700 | 23,907 | 0,761 | 21,955 | 25,132 |

Fonte: elaboração própria baseada nos dados disponíveis em (CEPII, 2019; COMTRADE, 2019; WB, 2019).

3.4 Especificação do modelo

Uma das etapas relevantes do estudo consiste em definir, ou especificar, as equações a serem estimadas, uma vez que sua composição deve refletir a intenção da pesquisa e permitir as inferências pretendidas. As equações estimadas no presente trabalho têm a seguinte forma:

$$X_{ijt} = \exp \left\{ \sum \gamma_j + \beta_0 \cdot \text{contig}_{ij} + \beta_1 \cdot \text{comlang}_{offij} + \beta_2 \cdot \ln(\text{distwces})_{ij} + \beta_3 \cdot \text{SCO}_{it} + \beta_4 \cdot \text{SCO}_{jt} + \beta_5 \cdot \ln(\text{PIB})_{it} + \beta_6 \cdot \ln(\text{PIB})_{jt} \right\} \cdot \epsilon_{ijt} \quad (2)$$

Em que:

X_{ijt} representa os fluxos comerciais bilaterais entre os países i (exportador) e j (importador) para o ano t ; γ_j representa os efeitos fixos do país importador; contig_{ij} é uma variável *dummy* que assume valor 1 caso i e j façam fronteira e 0 caso contrário; comlang_{offij} é uma variável *dummy* que assume valor 1 caso i e j tenham um idioma comum; $\ln(\text{distwces})_{ij}$ é o logaritmo da distância entre os países i e j ; SCO_{it} e SCO_{jt} representam respectivamente os *scores* de rigidez ambiental de i e j para o ano t ; $\ln(\text{PIB})_{it}$ e $\ln(\text{PIB})_{jt}$ são, respectivamente, os logaritmos do PIB do país exportador e do país importador no ano t ; e ϵ_{ijt} é o termo de erro com $E[\epsilon_{ijt} | K] = 0$, onde K é o vetor de variáveis explicativas do modelo.

Foram estimadas nove equações, divididas em três grupos principais, cuja única diferença é a variável dependente. Dentro de cada grupo foram estimadas equações para todos os países da amostra, para os 50% mais ricos e para os 50% mais pobres (baseado na média do PIB para o período analisado). Para o primeiro grupo, foram utilizados os fluxos bilaterais totais como variável explicada. Para o segundo, fez-se uso dos fluxos sujeitos de commodities que são



"*resource-based*" como variável dependente (as indústrias sujas são aquelas que gastam 1% ou mais de sua receita de vendas com custos de controle e abatimento de poluição). Para o último, foram utilizadas apenas os fluxos sujos que eram *non-resource based*¹⁵.

Para os fluxos totais agregados, espera-se que a existência de fronteira (β_0) e um idioma comum (β_1), bem como os PIBs dos respectivos países (β_5 e β_6) se relacionem positivamente com os fluxos bilaterais, enquanto a distância deve afetá-los negativamente (β_2). Baseado em Beers e Bergh (1997), há expectativa a priori de que os scores de rigidez da legislação ambiental têm relação negativa com o volume de trocas (β_3 e β_4).

Por outro lado, para os demais fluxos, em especial para as subamostras de países ricos e países pobres, não há expectativa prévia sobre o sinal das variáveis consideradas na análise.

3.5 Estratégia de estimação e seus condicionantes

Visando controlar as resistências bilaterais e multilaterais, conforme Anderson e Wincoop (2003) instrui, foram estimados efeitos fixos invariantes no tempo para cada importador¹⁶. Assim, características específicas de cada região puderam ser capturadas, evitando o viés da variável omitida. Além disso, para as variáveis contínuas, optou-se pela aplicação da transformação logarítmica, o que faz com que os coeficientes estimados para elas possam ser interpretados como simples elasticidades.

Tendo por base o trabalho de Silva e Tenreyro (2006), optou-se pela estimação utilizando o *Poisson Pseudo-Maximum Likelihood Estimator (PPML)*, uma vez que esse estimador é robusto à heterocedasticidade causada pela forma funcional do modelo e, ao contrário do estimador de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), é apropriado para lidar com fluxo bilaterais nulos, tornando desnecessária a exclusão ou manipulação dessas observações. Além disso, com o PPML é possível trabalhar com o modelo em sua forma exponencial, não sendo necessário transformá-lo, evitando assim maiores problemas relacionados ao viés do estimador¹⁷. Por fim, uma vez que os erros de países geograficamente próximos são provavelmente correlacionados, optou-se por *clusterizar* os dados com base na variável $\ln(distwces)$, ou seja, a distância entre os países.

4 Resultados e Discussão

O objetivo do presente artigo é verificar qual a relação existente entre a rigidez ambiental de um país e seus fluxos bilaterais de comércio internacional. Para tanto, foram estimados nove modelos separados em três grupos. A discussão dos resultados obtidos é feita na sequência, sendo apresentadas duas tabelas para cada grupo: i) resultados da estimação; ii) interpretação dos resultados.

Na Tabela 4 abaixo, são apresentados os resultados dos modelos que consideram apenas os fluxos sujos e que são *non-resource-based*.

¹⁵As firmas classificadas como sujas e/ou *footloose* encontram-se no apêndice. Convém destacar que os setores apresentados são considerados sujos na média, ou seja, nada afirma-se sobre firmas específicas, podendo estas serem sujas ou não.

¹⁶Optou-se pelos efeitos fixos por importador e não por efeitos fixos por pares de países pois estão sendo utilizadas variáveis bilaterais para controle, além dos próprios scores. O uso de apenas efeitos fixos por exportador não teve resultados significativos

¹⁷Àqueles interessados no desenvolvimento e nas demonstrações técnicas acerca do PPML podem consultar Silva e Tenreyro (2006), onde os autores demonstram como a transformação logarítmica da variável dependente pode tornar os resultados viciados, além de proporem uma solução alternativa robusta à heterocedasticidade e capaz de lidar com observações de valor zero na forma do estimador PPML.

Tabela 4: Estimativas - fluxos sujos e *non-resource based*

| Variável | Amostra | | |
|------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| | Agregado | 50% mais ricos | 50% mais pobres |
| constante | -11,4543*** (1,3963) | -10,3384*** (2,4282) | 4,7640 (6,0216) |
| <i>ln(distância)</i> | -1,0927*** (0,0066) | -1,0606*** (0,0112) | -2,0787*** (0,0584) |
| contiguidade | 0,2814*** (0,0156) | 0,2713*** (0,0263) | -0,5000*** (0,1010) |
| língua comum | -0,0494*** (0,0157) | -0,0725*** (0,0267) | 0,5669*** (0,1051) |
| <i>score</i> origem | 0,4373*** (0,0197) | 0,4204*** (0,0333) | 0,4352*** (0,1107) |
| <i>score</i> destino | -0,0597** (0,0281) | -0,0650 (0,0478) | -0,1004 (0,1480) |
| <i>ln(PIB origem)</i> | 0,9766*** (0,0036) | 0,9554*** (0,0068) | 0,7666*** (0,0525) |
| <i>ln(PIB destino)</i> | 0,4494*** (0,0545) | 0,4200*** (0,0948) | 0,1752 (0,2591) |
| Observações | 71400 | 17700 | 17700 |

Todos os modelos foram estimados com efeitos fixos por importador.

Erros-padrão robustos *clusterizados* por *distwces* entre parênteses.

Níveis de significância: ***: 0,01, **: 0,05, *: 0,1

Fonte: elaboração própria baseada nos dados disponíveis em (CEPII, 2019; COMTRADE, 2019; WB, 2019).

Para todas as equações estimadas, a distância apresenta sinal negativo, com valores em torno de $-1,1$ para a amostra agregada e para os países mais ricos, e atingindo $-2,1$ aproximadamente para os mais pobres. De modo semelhante, países que fazem fronteira apresentam um maior volume de comércio, com exceção da amostra dos países mais pobres, caso no qual esse efeito é negativo. Além disso, enquanto uma língua comum diminui os fluxos bilaterais para os dois primeiros grupo, para o terceiro há um aumento. Por fim, o efeito positivo do tamanho das economias dos países é observado em quase todos os modelos, sendo o PIB do país importador para a amostra dos mais pobres a única variável não-significativa.

Na Tabela 5, são resumidas as interpretações dos resultados de cada amostra. O score do país exportador se mostrou significativo em todas as amostras, se relacionando positivamente com a magnitude do comércio internacional. Isso indica que quanto maior a rigidez ambiental no país de origem, maior a quantidade de exportações. Para o score do país importador, foi constatado um efeito negativo na amostra agregada e nenhum efeito nas demais. Uma possível explicação é que os governos podem estar fazendo uso de políticas ambientais como substitutos para barreiras comerciais.

Tabela 5: Interpretação dos resultados - fluxos sujos e *non-resource based*

| Variável | Amostra | | |
|-----------------------|---|---|---|
| | Agregado | 50% mais ricos | 50% mais pobres |
| distância | Um aumento de 1% na distância está relacionado a uma redução de 1,09% nos fluxos bilaterais de comércio | Um aumento de 1% na distância está relacionado a uma redução de 1,06% nos fluxos bilaterais de comércio | Um aumento de 1% na distância está relacionado a uma redução de 2,08% nos fluxos bilaterais de comércio |
| contiguidade | Fazer fronteira está relacionado a um aumento de 28,14% nos fluxos bilaterais de comércio | Fazer fronteira está relacionado a um aumento de 27,13% nos fluxos bilaterais de comércio | Fazer fronteira está relacionado a uma redução de 39,35% nos fluxos bilaterais de comércio |
| língua comum | Ter uma linguagem comum está relacionado a uma redução de 4,94% nos fluxos bilaterais de comércio | Ter uma linguagem comum está relacionado a uma redução de 7,24% nos fluxos bilaterais de comércio | Ter uma linguagem comum está relacionado a um aumento de 76,28% nos fluxos bilaterais de comércio |
| <i>score</i> origem* | O <i>score</i> do país exportador se relaciona positivamente com os fluxos bilaterais de comércio | O <i>score</i> do país exportador se relaciona positivamente com os fluxos bilaterais de comércio | O <i>score</i> do país exportador se relaciona positivamente com os fluxos bilaterais de comércio |
| <i>score</i> destino* | O <i>score</i> do país importador se relaciona negativamente com os fluxos bilaterais de comércio | Não foi significativa | Não foi significativa |
| PIB origem | Um aumento de 1% no PIB do país exportador está relacionado a um aumento de 0,98% nos fluxos bilaterais de comércio | Um aumento de 1% no PIB do país exportador está relacionado a um aumento de 0,95% nos fluxos bilaterais de comércio | Um aumento de 1% no PIB do país exportador está relacionado a um aumento de 0,77% nos fluxos bilaterais de comércio |
| PIB destino | Um aumento de 1% no PIB do país importador está relacionado a um aumento de 0,45% nos fluxos bilaterais de comércio | Um aumento de 1% no PIB do país importador está relacionado a um aumento de 0,42% nos fluxos bilaterais de comércio | Não foi significativa |

Nota*: Optou-se por fazer apenas a análise qualitativa dos efeitos das variáveis de *score* em razão de suas distribuições de valores.

Fonte: elaboração própria.

Em seguida, na Tabela 6, apresenta-se os resultados dos modelos cuja variável dependente são os fluxos "sujos" de commodities que são "resource-based".

Tabela 6: Estimativas - fluxos sujos e *resource based*

| Variável | Amostra | | |
|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| | Agregado | 50% mais ricos | 50% mais pobres |
| constante | 12,3010** (4,9705) | -2,8285 (10,1260) | 70,2160*** (8,7934) |
| <i>ln(distância)</i> | -0,0146 (0,0256) | -0,1554*** (0,0445) | 0,1694** (0,0705) |
| contiguidade | 0,1501 (0,1094) | -0,0784 (0,1738) | 0,1110 (0,4080) |
| língua comum | 0,1275** (0,0592) | -0,3603*** (0,1287) | 0,7023*** (0,1379) |
| <i>score</i> origem | 0,1004 (0,0611) | -0,4759*** (0,1203) | 1,0230*** (0,1524) |
| <i>score</i> destino | 0,5773*** (0,1043) | 0,9560*** (0,2051) | 0,7714** (0,2555) |
| <i>ln(PIB origem)</i> | -0,0034 (0,0099) | 0,1151*** (0,0280) | -0,0871 (0,0580) |
| <i>ln(PIB destino)</i> | 0,1922 (0,1940) | 0,7120* (0,3952) | -2,3318*** (0,3776) |
| Observações | 71400 | 17700 | 17700 |

Todos os modelos foram estimados com efeitos fixos por importador.

Erros-padrão robustos *clusterizados* por *distwces* entre parênteses.

Níveis de significância: ***: 0,01, **: 0,05, *: 0,1

Fonte: elaboração própria baseada nos dados disponíveis em (CEPII, 2019; COMTRADE, 2019; WB, 2019).

Para essas equações, a análise traz resultados diferentes e suas interpretações podem ser vistas na Tabela 7. Em relação a amostra agregada, distância, contiguidade, *score* do país exportador e os PIBs não foram significativos.

A existência de uma linguagem comum, assim como o *score* do país importador atuaram aumentando os fluxos de comércio. Para os países mais ricos, a distância, bem como os PIBs voltaram a ser significativos e têm os sinais esperados. Já o idioma comum e o *score* do país exportador passaram a reduzir os níveis de transações. Por fim, para os países mais pobres, a distância afetou positivamente os negócios, o que é um resultado inesperado, talvez indicando que para esse tipo de commodity e esse intervalo de PIB, os parceiros de comércio mais relevantes estejam distantes. Além disso, o PIB do país importador também se relacionou negativamente com o nível das transações.

De forma geral, os resultados inusitados encontrados para esses modelos não são significativamente surpreendentes, uma vez que para esse tipo de commodity, isto é, aquelas que dependem de algum recurso que é geograficamente específico (*resource-based*), o que realmente define a ocorrência de comércio é a existência desse insumo.

Tabela 7: Interpretação dos resultados - fluxos sujos e *resource based*

| Variável | Amostra | | |
|-----------------------|---|---|--|
| | Agregado | 50% mais ricos | 50% mais pobres |
| distância | Não foi significativa | Um aumento de 1% na distância está relacionado a uma redução de 0,15% nos fluxos bilaterais de comércio | Um aumento de 1% na distância está relacionado a um aumento de 0,17% nos fluxos bilaterais de comércio |
| contiguidade | Não foi significativa | Não foi significativa | Não foi significativa |
| língua comum | Ter uma linguagem comum está relacionado a um aumento de 13,60% nos fluxos bilaterais de comércio | Ter uma linguagem comum está relacionado a uma redução de 30,25% nos fluxos bilaterais de comércio | Ter uma linguagem comum está relacionado a um aumento de 101,85% nos fluxos bilaterais de comércio |
| <i>score</i> origem* | Não foi significativa | O <i>score</i> do país exportador se relaciona negativamente com os fluxos bilaterais de comércio | O <i>score</i> do país exportador se relaciona positivamente com os fluxos bilaterais de comércio |
| <i>score</i> destino* | O <i>score</i> do país importador se relaciona positivamente com os fluxos bilaterais de comércio | Não foi significativa | O <i>score</i> do país importador se relaciona positivamente com os fluxos bilaterais de comércio |
| PIB origem | Não foi significativa | Uma variação de 1% no PIB do país exportador está relacionado a um aumento de 0,11% nos fluxos bilaterais de comércio | Não foi significativa |
| PIB destino | Não foi significativa | Um aumento de 1% no PIB do país importador está relacionado a um aumento de 0,71% nos fluxos bilaterais de comércio | Um aumento de 1% no PIB do país importador está relacionado a uma redução de 2,33% nos fluxos bilaterais de comércio |

Nota*: Optou-se por fazer apenas a análise qualitativa dos efeitos das variáveis de *score* em razão de suas distribuições de valores.

Fonte: elaboração própria.

Por fim, tem-se a Tabela 8, na qual são dispostos os resultados dos modelos que têm os fluxos bilaterais totais como variável dependente. De forma geral, todas as variáveis têm os sinais esperados. A única exceção é a variável de fronteira na amostra dos países mais pobres. Assim como obtido por Beers e Bergh (1997), países mais próximos, que fazem fronteira ou que têm uma linguagem em comum realizam mais comércio entre si. Além disso, quanto maior as economias dos países envolvidos, maior o fluxo de transações.



Tabela 8: Estimativas - fluxos totais

| Variável | Amostra | | |
|---------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| | Agregado | 50% mais ricos | 50% mais pobres |
| constante | -13,5960*** (1,1127) | -13,1592*** (1,9942) | -6,9070** (3,1766) |
| $\ln(\text{distância})$ | -0,8484*** (0,0052) | -0,8258*** (0,0091) | -1,7854*** (0,0273) |
| contiguidade | 0,3833*** (0,0132) | 0,3610*** (0,0231) | -0,1186** (0,0550) |
| língua comum | 0,0967*** (0,0121) | 0,0975*** (0,0211) | 0,5611*** (0,0546) |
| <i>score</i> origem | 0,3256*** (0,0157) | 0,3187*** (0,0275) | 0,1337** (0,0568) |
| <i>score</i> destino | -0,0750** (0,0236) | -0,0833** (0,0415) | -0,0593 (0,0756) |
| $\ln(\text{PIB origem})$ | 0,8616*** (0,0027) | 0,8267*** (0,0054) | 0,9509*** (0,0283) |
| $\ln(\text{PIB destino})$ | 0,3901*** (0,0433) | 0,4034*** (0,0777) | 0,2305* (0,1366) |
| Observações | 71400 | 17700 | 17700 |

Todos os modelos foram estimados com efeitos fixos por importador.

Erros-padrão robustos *clusterizados* por *distwces* entre parênteses.

Níveis de significância: ***: 0,01, **: 0,05, *: 0,1

Fonte: elaboração própria baseada nos dados disponíveis em (CEPII, 2019; COMTRADE, 2019; WB, 2019).

Em relação ao *score* do país exportador, os resultados mostraram um efeito positivo sobre as exportações para todas as amostras. Por outro lado, excetuando-se o caso dos países mais pobres, o *score* do país importador se relacionou negativamente com os níveis de comércio. Um resumo dos resultados pode ser visto na Tabela 9.



Tabela 9: Interpretação dos resultados - fluxos totais

| Variável | Amostra | | |
|----------------|---|---|---|
| | Agregado | 50% mais ricos | 50% mais pobres |
| distância | Um aumento de 1% na distância está relacionado a uma redução de 0,85% nos fluxos bilaterais de comércio | Um aumento de 1% na distância está relacionada a uma redução de 0,82% nos fluxos bilaterais de comércio | Um aumento de 1% na distância está relacionado a um aumento de 1,78% nos fluxos bilaterais de comércio |
| contiguidade | Fazer fronteira está relacionado a um aumento de 46,72% nos fluxos bilaterais de comércio | Fazer fronteira está relacionado a um aumento de 43,48% nos fluxos bilaterais de comércio | Fazer fronteira está relacionado a uma diminuição de 11,18% nos fluxos bilaterais de comércio |
| língua comum | Ter uma linguagem comum está relacionado a um aumento de 10,16% nos fluxos bilaterais de comércio | Ter uma linguagem comum está relacionado a um aumento de 10,25% nos fluxos bilaterais de comércio | Ter uma linguagem comum está relacionado a um aumento de 75,25% nos fluxos bilaterais de comércio |
| score origem* | O <i>score</i> do país exportador se relaciona positivamente com os fluxos bilaterais de comércio | O <i>score</i> do país exportador se relaciona positivamente com os fluxos bilaterais de comércio | O <i>score</i> do país exportador se relaciona positivamente com os fluxos bilaterais de comércio |
| score destino* | O <i>score</i> do país importador se relaciona negativamente com os fluxos bilaterais de comércio | O <i>score</i> do país importador se relaciona negativamente com os fluxos bilaterais de comércio | Não foi significativa |
| PIB origem | Um aumento de 1% no PIB do país exportador está relacionado a um aumento de 0,86% nos fluxos bilaterais de comércio | Um aumento de 1% no PIB do país exportador está relacionado a um aumento de 0,83% nos fluxos bilaterais de comércio | Um aumento de 1% no PIB do país exportador está relacionado a um aumento de 0,95% nos fluxos bilaterais de comércio |
| PIB destino | Um aumento de 1% no PIB do país importador está relacionado a um aumento de 0,39% nos fluxos bilaterais de comércio | Um aumento de 1% no PIB do país importador está relacionado a um aumento de 0,40% nos fluxos bilaterais de comércio | Um aumento de 1% no PIB do país importador está relacionado a um aumento de 0,23% nos fluxos bilaterais de comércio |

Nota*: Optou-se por fazer apenas a análise qualitativa dos efeitos das variáveis de *score* em razão de suas distribuições de valores.

Fonte: elaboração própria.

Na próxima seção são realizadas as considerações finais acerca do trabalho que foi desenvolvido, apontando possíveis pontos a serem melhorados, além de sugestões de política ambiental.



5 Considerações finais

A pesquisa aqui desenvolvida teve como objetivo analisar os fluxos bilaterais de comércio internacional, buscando testar a hipótese de que uma regulamentação ambiental mais estrita está relacionada, em alguma direção, ao volume de comércio internacional de um país.

Os resultados encontrados indicam que a hipótese do presente trabalho foi verificada, pois os fluxos comerciais dos países da amostra são correlacionados de modo significativo com sua questão ambiental (ou pelo menos pela *proxy* utilizada) enquanto exportadores e importadores. Além disso, ao se considerarem apenas aqueles fluxos de *commodities* que dependem de um insumo geograficamente específico, houve também um efeito significativo dos *scores* dos países exportadores e dos importadores.

Além disso, de considerável interesse é a mudança nos resultados ao considerar os países mais ricos e os mais pobres separadamente, indicando que os impactos da legislação ambiental não são distribuídos de maneira uniforme por toda a amostra, muitas vezes tendo até sinais opostos. Isso indica que são necessários mais estudos buscando entender como se dão essas diferenças estruturais entre os países.

Uma limitação do estudo realizado é a variável utilizada como *proxy* para rigidez da legislação ambiental. Por ser uma variável discreta, porém não binária, uma análise quantitativa do seu impacto torna-se difícil. Assim, é interessante que novos trabalhos busquem outras formas de mensurar a rigidez da regulamentação ambiental, sempre tendo em mente a necessidade de se utilizar indicadores que atendam ao *polluter pays principle* e que sejam *output-oriented*.

Os próximos trabalhos devem buscar tratar de períodos de tempo mais longos, de modo a possibilitar uma análise mais robusta, podendo ser incluídas variáveis que capturem o efeito de acordos comerciais, risco político, dentre outras.

Por fim, aos gestores de políticas públicas, baseado nos resultados obtidos para os fluxos totais, sugere-se que realizem ações ambientais sustentáveis e com fundamentação técnica, uma vez que os níveis de exportação estão positivamente relacionados com a *proxy* de legislação ambiental.



6 Referências

- ALCALÁ, F.; CICCONE, A. Trade and productivity. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 119, n. 2, p. 613–646, 2004.
- ANDERSON, J. A theoretical foundation for the gravity equation. *American Economic Review*, v. 69, n. 1, p. 106–116, 1979.
- ANDERSON, J.; WINCOOP, E. V. Gravity with gravitas: a solution to border puzzle. *American Economic Review*, v. 93, n. 1, p. 170–192, 2003.
- BALDWIN, R.; TAGLIOLI, D. Gravity for dummies and dummies for gravity equations. [S.l.], 2006.
- BEERS, C. V.; BERGH, J. V. D. An empirical multi-country analysis of the impact of environmental regulations on foreign trade flows. *Kyklos*, v. 50, p. 2946, 1997.
- BERGSTRAND, J. The gravity equation in international trade: some microeconomic foundations and empirical evidence. *The Review of Economics and Statistics*, v. 67, n. 3, p. 474–481, 1985.
- BERGSTRAND, J. The generalized gravity equation, monopolistic competition and the factor proportions theory in international trade. *The Review of Economics and Statistics*, v. 71, n. 1, p. 143–153, 1989.
- CARVALHO, S. A relação entre crescimento e o meio ambiente: Uma reavaliação da curva de kuznets ambiental. Brasília: Ipea, (Texto para Discussão, n. 1902). 2013.
- CARVALHO, T.; ALMEIDA, E. A hipótese da curva de kuznets ambiental global: uma perspectiva econométrico-espacial. *Estudos Econômicos*, v. 40, n. 3, p. 587–615, 2010.
- CEPII, Centre D'études Prospectives E. T. D'informations Internationales. Dados sobre distância, existência de fronteira e de língua comum. 2019. Disponível em: <http://www.cepii.fr/CEPII/en/bdd_modele/presentation.asp?id=6>.
- CIPOLLINA, M.; SALVATICI, L. Reciprocal trade agreements in gravity models: a meta-analysis. *Review of International Economics*, v. 18, n. 1, p. 6380, 2010.
- COMTRADE, United Nations Commodity Trade Statistics Database. Dados sobre fluxos bilaterais de comércio internacional. 2019. Disponível em: <<https://comtrade.un.org/data/>>.
- DAUMAL, M.; ÖZYURT, S. The impact of international trade flows on economic growth in brazilian states. *Review of Economics and Institutions*, v. 2, n. 1, p. 1–25, 2010.
- DEARDORFF, A. Determinants of bilateral trade: does gravity work in a neoclassical world? In: FRANKEL, J. (Ed.). *The regionalization of the world economy*. [S.l.: s.n.], 1998. p. 7–32.
- EGGER, P.; LARCH, M. An assessment of the europe agreements effects on bilateral trade, gdp, and welfare. *European Economic Review*, v. 55, n. 2, p. 263279, 2011.
- ELISSEEFF, V. *The silk roads highways of culture and commerce*. Paris: UNESCO, 2000.
- ESTEVADEORDAL, A.; FRANTZ, B.; TAYLOR, A. The rise and fall of world trade, 1870-1939. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 118, n. 2, p. 359–407, 2003.
- FEENSTRA, R.; INKLAAR, R.; TIMMER, M. The next generation of the penn world table. *American Economic Review*, v. 105, n. 10, p. 3150–3182, 2015.
- FRANKEL, J. *Environmental Effects of International Trade*. [S.l.], 2008.
- FRANKEL, J.; ROMER, D. H. Does trade cause growth? *The American Economic Review*, v. 89, n. 3, p. 379–99, 1999.
- GONÇALVES, R. Meio ambiente e a economia política do comércio internacional. III Encontro Nacional de Economia Política, p. 1–13, 1998.
- ISARD, W. Location theory and trade theory: Short-run analysis. *Quarterly Journal of Economics*, v. 68, n. 2, p. 305322, 1954.



- JUNGUITO, A.; FEDERICO, G. World trade, 1800-1938: a new data-set. [S.l.], 2016.
- KLASING, M.; MILIONIS, P. Quantifying the evolution of world trade, 1870-1949. *Journal of International Economics*, v. 92, n. 1, p. 185–197, 2014.
- MCCALLUM, J. National borders matter: Canada-us regional trade patterns, *American economic review*. Vol., v. 85, n. 3, p. 615–623, 1995.
- MCGUIRE, M. Regulation, factor rewards, and international trade. *Journal of Public Economics*, v. 17, p. 335–354, 1982.
- PAVCNIK, N. the impact of trade on inequality in developing countries. NBER Working Paper, p. 1–48, 2017.
- PETHIG, R. Pollution, welfare, and environmental policy in the theory of comparative advantage. *Journal of Environmental Economics and Management*, v. 2, p. 160–169, 1976.
- REYNOLDS, R. J. The environment and globalization. *IAU Symposium*, v. 144, n. 1, p. 67, 1991.
- SIEBERT, H. Environmental quality and the gains from trade. *Kyklos*, v. 30, p. 651–673, 1977.
- SILVA, J.; TENREYRO, S. The log of gravity. *The Review of Economics and Statistics*, v. 88, n. 4, 2006.
- SMITH, R. et al. Trade and Health: building a National Strategy. [S.l.]: WHO Library Cataloguing-in-Publication Data, 2015.
- SOUSA, J. D.; MAYER, T.; ZIGNAGO, S. Market access in global and regional trade. *Regional Science and Urban Economics*, v. 42, n. 6, p. 10371052, 2012.
- STEARNS, P. The Encyclopedia of World History. Boston, MA: Houghton Mifflin Company, 2001.
- STERN, D. The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve. Elsevier, 1419-1439: *World Development*, 2004. v. 32(8):.
- TINBERGEN, J. An Analysis of World Trade Flows, em *Shaping the World Economy*, editado por Jan Tinbergen. New York, NY: Twentieth Century Fund, 1962.
- TOBEY, J. A. The effects of domestic environmental policies on patterns of world trade: An empirical test. *Kyklos*, p. 191–209, 1990.
- TUHIN, R. Impact of international trade on employment : Evidence from Australian manufacturing industries. [S.l.], 2015.
- VANHAM, P. History of globalization (2019). *World Economic Forum*, v. 29, 2019. Disponível em: <<https://www.weforum.org/agenda/2019/01/how-globalization-4-0-fits-into-the-history-of-globalization>>.
- WB, World Bank. Dados sobre uso de energia. 2019. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.COMM.GD.PP.KD?end=2014&name_desc=false&start=1971>.
- WILLIAMS, M. International trade and the environment: Issues, perspectives and challenges. *Environmental Politics*, v. 2, n. 4, p. 80–97, 1993.



Apêndice

Tabela 1A - Indústrias "suja" 1992 (SITC rev 3)

| SITC | Descrição | RB ou NRB |
|------|--------------------------------|-----------|
| 251 | Papel e celulose | RB |
| 334 | Produtos de petróleo | RB |
| 335 | Produtos residuais de petróleo | RB |
| 51 | Produtos químicos orgânicos | RB |
| 52 | Produtos químicos inorgânicos | RB |
| 562 | Fertilizantes | RB |
| 59 | Materiais químicos NES | NRB |
| 634 | Folheados, contraplacado | RB |
| 635 | Manufaturas de madeira, NES | RB |
| 64 | Papel, papel cartão | RB |
| 661 | Cal, Cimento, Material Contr. | NRB |
| 67 | Ferro e aço | NRB |
| 68 | Metais não-ferrosos | RB |
| 69 | Manufatura de metais, NES | NRB |

Fonte: (BEERS; BERGH, 1997, tradução nossa).

Tabela 2A - Lista de países com separação por valor do PIB

| 50% mais ricos | | | 50% mais pobres | | |
|----------------|-----|-----|-----------------|-----|-----|
| AGO | FIN | NGA | ALB | GHA | MNG |
| ARE | FRA | NLD | ARM | GTM | MOZ |
| ARG | GBR | NOR | AZE | HND | MUS |
| AUS | GRC | NZL | BEN | HRV | NAM |
| AUT | HKG | PAK | BGR | ISL | NER |
| BEL | HUN | PER | BHR | JAM | NIC |
| BGD | IDN | PHL | BIH | JOR | NPL |
| BRA | IND | POL | BLR | KEN | OMN |
| CAN | IRL | PRT | BOL | KGZ | PAN |
| CHE | IRN | QAT | BRN | KHM | PRY |
| CHL | IRQ | RUS | BWA | LBN | SDN |
| CHN | ISR | SAU | CIV | LBY | SEN |
| COL | ITA | SGP | CMR | LKA | SLV |
| CZE | JPN | SVK | ‘COG | LTU | SUR |
| DEU | KAZ | SWE | CRI | LUX | SVN |
| DNK | KOR | THA | CYP | LVA | TGO |
| DZA | KWT | TUR | DOM | MDA | TTO |
| ECU | MAR | UKR | EST | MKD | TUN |
| EGY | MEX | USA | ETH | MLT | TZA |
| ESP | MYS | ZAF | GEO | MMR | URY |

Fonte: elaboração própria baseado nos dados disponíveis em (WB, 2019).