



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA  
MESTRADO EM ECONOMIA DO SETOR PÚBLICO

ANDRÉ COELHO VIANNA

**UMA ANÁLISE EMPÍRICA DO COMÉRCIO EXTERIOR  
BRASILEIRO POR MEIO DA EQUAÇÃO DA GRAVIDADE**

BRASÍLIA  
2014

**ANDRÉ COELHO VIANNA**


**Uma Análise Empírica do Comércio  
Exterior Brasileira por Meio da Equação da  
Gravidade**

Dissertação aprovada como requisito para a obtenção do título de Mestre em Economia do Setor Público do Programa de Pós-Graduação em Economia – Departamento de Economia da Universidade de Brasília - FACE. Comissão Examinadora formada pelos professores:



---

Vander Mendes Lucas (Orientador)  
Departamento de Economia – UnB/FACE



---

Alexandre Flávio Silva Andrada  
Departamento de Economia – UnB/FACE



---

Tito Belchior Silva Moreira  
Universidade Católica de Brasília - UCB

Brasília, 30 de abril de 2014.



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA  
MESTRADO EM ECONOMIA DO SETOR PÚBLICO

ANDRÉ COELHO VIANNA

**UMA ANÁLISE EMPÍRICA DO COMÉRCIO EXTERIOR  
BRASILEIRO POR MEIO DA EQUAÇÃO DA GRAVIDADE**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Departamento de Economia da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Economia do Setor Público.

**Orientador: Vander Mendes Lucas, Ph.D.**

BRASÍLIA

2014

## **DEDICATÓRIA**

*Este trabalho é dedicado à minha família, que me apoiou em todos os momentos desta trajetória. À minha esposa Caroline, pelo amor, paciência e compreensão. À minha filha Isadora, que trouxe inspiração e imensa alegria para nossas vidas. Aos meus pais Plínio e Flavia e à irmã Fernanda, que sempre acreditaram em mim e me incentivaram a buscar meus sonhos.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por permitir que eu seguisse o meu caminho.

Ao Professor Vander Lucas, pela preciosa orientação no processo de elaboração da dissertação.

A todos os professores do MESP, pelo aprendizado.

À equipe de organização dos recursos do MESP.

Aos chefes e colegas de trabalho, que me apoiaram e tornaram possível o cumprimento de ambas as jornadas de trabalho e de mestrado.

Aos colegas do Departamento de Economia da UnB, em especial à Inez e ao Francisco, pela atenção profissional, e aos amigos de STN e de mestrado Julio Possas e Eduardo Curi, pelos encontros de estudo e momentos de convívio social.

Aos velhos amigos de infância e de juventude, pela eterna amizade.

## RESUMO

Esta dissertação de mestrado busca aplicar a consagrada equação de gravidade do comércio internacional à economia brasileira, no período de 1993 a 2011. No primeiro experimento empírico, foram coletados dados de 106 países, que representaram 94,4% da corrente de comércio brasileira em 2011. A aplicabilidade da equação de gravidade ao caso brasileiro foi confirmada, e as variáveis binárias mais explicativas foram o Mercosul, os tigres asiáticos, e as línguas inglesa e francesa, sendo estas duas últimas negativamente correlacionadas com o fluxo de comércio brasileiro. Também foi possível descartar a relevância da fronteira nacional (*McCallum Border Puzzle*) como barreira para a corrente de comércio do Brasil. No segundo experimento, foi coletada uma taxa de câmbio que embute a variação de poder de compra, para um total de 32 países. Esta variável explicativa se mostrou significativa nas simulações por dois métodos, dentre três testados. Até hoje, a maioria dos pesquisadores buscou aperfeiçoar e testar os fundamentos teóricos da equação de gravidade do comércio internacional, porém praticamente deixaram sem investigação o caso específico de um país em relação aos seus parceiros. Por fim, vale ressaltar que os resultados do primeiro experimento mostraram que é possível chegar a um modelo empírico que otimiza o nível do poder de explicação da equação de corrente de comércio brasileira, utilizando-se reduzida quantidade de *dummies* explicativas.

**Palavras-Chave:** Comércio Internacional; Acordos Comerciais; Equação de Gravidade; Estudos Empíricos; Variáveis Binárias

## ABSTRACT

This master's thesis aims to apply the well-established gravity equation in international trade to the Brazilian economy, in the period from 1993 to 2011. In the first empirical experiment, data were collected for 106 countries, which represent 94.4% of the Brazilian trade flow in 2011. The applicability of the gravity equation to the Brazilian case was confirmed, and the most explanatory binary variables were Mercosul, Asian Tigers, and the English and French languages, these last two being negative correlated to the Brazilian total trade. It was also possible to discard the national border relevance (McCallum's Border Puzzle) as a barrier to the Brazilian trade flow. In the second experiment, an exchange rate, which embeds purchasing power variations, was collected for a total of 32 countries. This variable was proved significant in simulations by two of the three econometric methods tested. Most past researchers have intended to improve and test the theoretical foundations of this equation, although practically leaving out the single country case uninvestigated. Finally, it is worth emphasizing that the results of the first experiment showed that it is possible to reach an empirical model that optimizes the explanatory power of the Brazilian trade flow equation, using a reduced number of explanatory dummy variables.

**Keywords:** International Trade; Foreign Trade Agreements; Gravity Equation; Empirical Studies; Binary Variables

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Negociações multilaterais de comércio internacional .....	17
TABELA 2: Principais Países Exportadores, no período de Janeiro a Setembro de 2012 .....	21
TABELA 3: Principais Países Importadores, no período de Janeiro a Setembro de 2012 .....	22
TABELA 4: Exportações brasileiras por classes de produtos, em US\$ bilhões .....	23
TABELA 5: Margens de preferências do Acordo de Preferências Tarifárias Regional nº 04, da ALADI .....	33
TABELA 6: Dados extraídos do painel, para o ano de 2011 .....	48
TABELA 7: Taxas de câmbio com paridade de poder de compra, em índice (base 100 = 1992), após transformadas em log natural .....	50
TABELA 8: Simulação pelo método POLS .....	55
TABELA 9: Simulação pelo método LSDV .....	59
TABELA 10: Simulação pelo método <i>Random Effects</i> .....	64
TABELA 11: Síntese dos resultados do primeiro experimento .....	67
TABELA 12: Resultados do segundo experimento .....	69



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Exemplo de Arranjo N x N .....	13
FIGURA 2: Exemplo de Arranjo N x 1 .....	13
FIGURA 3: Parceiros Comerciais da Alemanha Ocidental em 1985 .....	15
FIGURA 4: Parceiros comerciais do Brasil e a tradicional equação de gravidade do comércio internacional, com dados de 2011 .....	15
FIGURA 5: Corrente de Comércio mundial, em US\$ bilhões .....	19
FIGURA 6: Corrente de Comércio brasileira, em US\$ bilhões .....	20
FIGURA 7: Corrente de Comércio chinês, em US\$ bilhões .....	20
FIGURA 8: Taxas de crescimento anual das Correntes de Comércio do Brasil e do Mundo, em % .....	23
FIGURA 9: Primeiro exercício de Tinbergen com dados de comércio, acordos de livre comércio e distância .....	38

## ÍNDICE

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>1 – O COMÉRCIO INTERNACIONAL E AS NEGOCIAÇÕES MULTILATERAIS A PARTIR DE 1947 .....</b>	<b>17</b>
<b>2 – A EVOLUÇÃO RECENTE DO COMÉRCIO INTERNACIONAL E DO COMÉRCIO EXTERIOR BRASILEIRO .....</b>	<b>19</b>
<b>3 – PRINCIPAIS ACORDOS COMERCIAIS BRASILEIROS .....</b>	<b>25</b>
3.1 – MERCADO COMUM DO SUL (MERCOSUL) .....	27
3.2 – ASSOCIAÇÃO LATINO-AMERICANA DE INTEGRAÇÃO (ALADI) .....	32
<b>4 – EQUAÇÃO DE GRAVIDADE DO COMÉRCIO INTERNACIONAL .....</b>	<b>35</b>
4.1 – ESTUDOS EMPÍRICOS SOB A ÓTICA GRAVITACIONAL .....	36
4.2 – PRINCIPAIS QUESTÕES A SEREM INVESTIGADAS PARA O CASO BRASILEIRO .....	44
<b>5 – BANCOS DE DADOS, MODELOS EMPÍRICOS E MÉTODOS ECONOMÉTRICOS .....</b>	<b>46</b>
5.1 – BANCO DE DADOS .....	46
5.2 – MODELO EMPÍRICO COM BASE NA EQUAÇÃO DE GRAVIDADE DO COMÉRCIO INTERNACIONAL .....	51
5.3 – MÉTODOS ECONOMÉTRICOS A SEREM UTILIZADOS .....	52
<b>6 – SIMULAÇÕES DO PRIMEIRO EXPERIMENTO .....</b>	<b>54</b>
6.1 – SIMULAÇÃO PELO MÉTODO <i>POOLED ORDINARY LEAST     SQUARES (POLS)</i> .....	54
6.2 – SIMULAÇÃO PELO MÉTODO <i>LEAST SQUARES DUMMY     VARIABLE (LSDV)</i> .....	58
6.3 – SIMULAÇÃO PELO MÉTODO <i>RANDOM EFFECTS (RE)</i> .....	63
6.4 – SÍNTESE DOS RESULTADOS .....	66

<b>7 – SIMULAÇÕES DO SEGUNDO EXPERIMENTO .....</b>	<b>68</b>
<b>8 – CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>71</b>
<b>9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>74</b>

## INTRODUÇÃO

No final do século XVII, a lei da gravitação universal de Newton (1686) determinou que "dois corpos se atraem mutuamente com uma força que é proporcional à massa de cada um deles e inversamente proporcional ao quadrado da distância que separa esses corpos". Uma analogia desta lei foi feita por Tinbergen (1962), ao descrever os fluxos de comércio entre dois países como "proporcionais aos produtos internos brutos daqueles países e inversamente proporcionais à distância entre eles".

A partir daí, diversos autores avançaram com a teoria e as aplicações empíricas da equação de gravidade do comércio internacional. Em tempos de globalização, é interessante notar<sup>1</sup> que o tamanho das economias e a distância entre elas ainda são fatores importantes na equação de seus comércios internacionais.

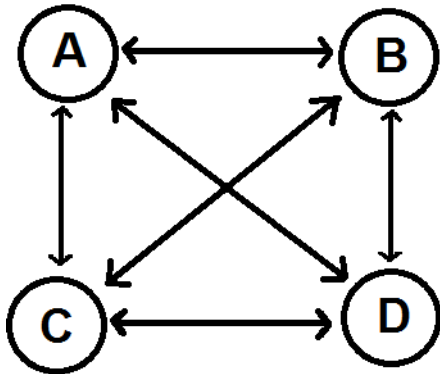
Esta dissertação busca aplicar a já consagrada equação de gravidade do comércio internacional, em sua forma tradicional, à economia brasileira. Segundo Sohn (2005), a maioria dos pesquisadores anteriores considerou os volumes de comércio bilateral com o arranjo de países  $N \times N$ , buscando aperfeiçoar e testar os fundamentos teóricos, porém deixando o caso específico de um país sob o arranjo  $N \times 1$  sem investigação<sup>2</sup>. Sohn confirmou a aplicabilidade do modelo gravitacional ao comércio exterior da Coreia do Sul e os pressupostos, a metodologia e os resultados do trabalho de Sohn (2005) serão detalhados na seção 4.1.

---

<sup>1</sup> Disdier (2008) considera intrigante a persistência do efeito distância no comércio bilateral. Chaney (2011) afirma que a equação de gravidade do comércio internacional é uma das descobertas empíricas mais robustas da economia.

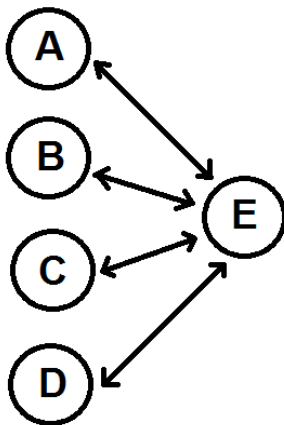
<sup>2</sup> Anteriormente a tal artigo, o trabalho que mais se aproximava de tal arranjo era o de Wall (1999), mas com objetivo de estimar o custo de proteção dos Estados Unidos.

Figura 1: Exemplo de Arranjo N x N



Fonte: Elaboração própria.

Figura 2: Exemplo de Arranjo N x 1



Fonte: Elaboração própria.

Esta dissertação realizará experimento empírico semelhante a esse, para verificar se é possível explicar a corrente de comércio brasileira pelo modelo de gravidade e, neste caso, serão testadas algumas variáveis binárias (*dummies*), com três objetivos principais:

- a) entender quais delas são significantes para o modelo de corrente de comércio brasileiro;
- b) verificar, dentre as variáveis *dummies* significantes, quais os sinais de seus coeficientes no modelo e possíveis justificativas; e

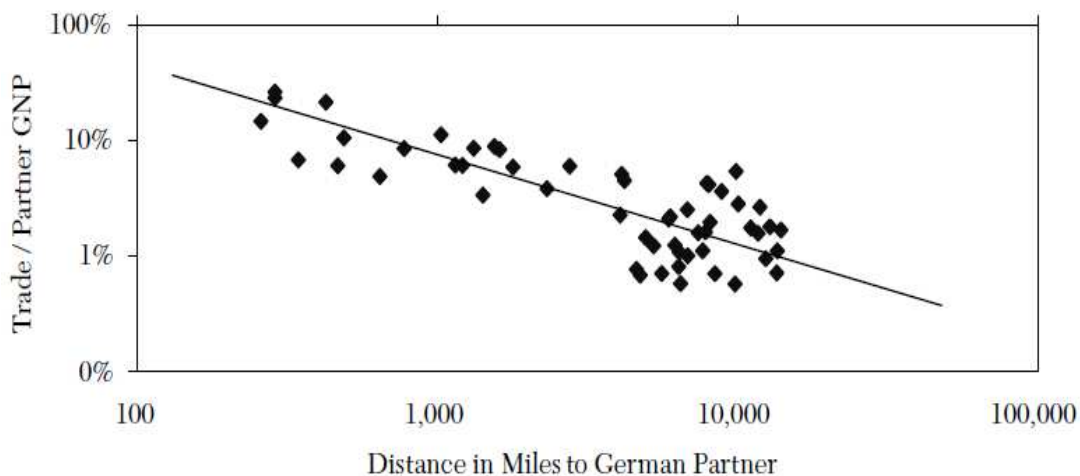
c) se possível, chegar a um modelo que otimize o nível de poder de explicação ( $R^2$ ) da corrente de comércio brasileira, utilizando-se baixa quantidade de *dummies* explicativas.

As variáveis *dummies* utilizadas compreenderão: línguas oficiais dos parceiros comerciais (português, espanhol, inglês e francês); importantes acordos comerciais do Brasil (Mercosul e ALADI); blocos econômicos dos quais fazem parte o Brasil (BRICS) e seus parceiros comerciais (tigres asiáticos e “novos tigres”); o efeito-fronteira (*McCallum Puzzle*) na América do Sul; grupo dos vinte países mais ricos, do qual o Brasil faz parte (G20); grupo de oito países ricos, do qual o Brasil não faz parte (G8); Acordo de Livre Comércio da América do Norte (NAFTA); e grupo de países que ainda são metrópoles das últimas 61 (sessenta e uma) colônias no mundo. Há maior descrição destas variáveis binárias no capítulo 5.1.

Adicionalmente, foi feito um segundo exercício, testando-se taxas de câmbio, medidas pela OCDE, cujas variações incorporam as oscilações do poder de paridade de compra dos países. Desta forma, será testado se o modelo empírico tradicional da equação de gravidade do comércio internacional, aplicado ao caso brasileiro, é mais bem explicado quando se leva em conta o impacto que variações das taxas de câmbio possam ter na corrente de comércio do Brasil com seus parceiros comerciais.

Primeiramente, a inspiração veio de um gráfico de Leamer (2007), apresentado em uma palestra de Donaldson (2011), da turma de PhD em Comércio Internacional do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), que traçava as variáveis básicas da equação de gravidade para o comércio externo da Alemanha Ocidental no ano de 1985 (Figura 3): razão entre o volume de comércio e o Produto Nacional Bruto dos parceiros comerciais *versus* a distância entre os parceiros comerciais e a Alemanha Ocidental.

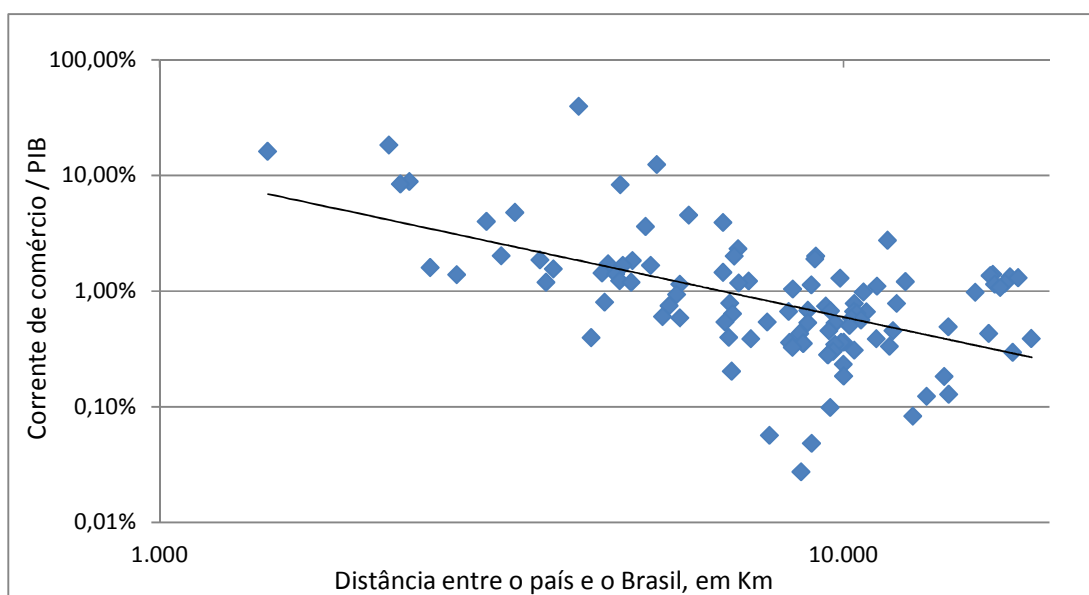
**Figura 3: Parceiros Comerciais da Alemanha Ocidental em 1985**



Fonte: Leamer (2007).

O estímulo para este trabalho surgiu após a execução de tarefa análoga à de Leamer (2007), com dados do comércio externo do Brasil: os dados coletados permitiram traçar um gráfico de dispersão, cujo aspecto bem distribuído trouxe a primeira evidência visual da aplicabilidade do modelo de gravidade para o comércio exterior brasileiro (Figura 4).

**Figura 4: Parceiros comerciais do Brasil e a tradicional equação de gravidade do comércio internacional, com dados de 2011.**



Fonte: MDIC / Elaboração própria

O gráfico expressa a razão entre corrente de comércio e PIB *versus* a distância entre os países parceiros comerciais e o Brasil. Foram utilizados dados de 106 países no total, os quais representam 94,4% da corrente de comércio do Brasil em 2011. Assim como em Leamer (2007), a escala utilizada no gráfico foi a logarítmica, da mesma forma em que tais variáveis são equacionadas no modelo tradicional utilizado na literatura dos modelos gravitacionais<sup>3</sup>.

O trabalho está dividido em 9 capítulos. A partir desta introdução, o capítulo 1 narra sobre a evolução histórica do comércio internacional e as negociações multilaterais a partir de 1947. O capítulo 2 trata da evolução recente do comércio internacional e do comércio brasileiro. O capítulo 3 traz informações sobre os principais acordos comerciais brasileiros. O capítulo 4 descreve a equação de gravidade do comércio internacional, com seus principais estudos empíricos e utilizações de métodos econométricos. O capítulo 5 define quais serão os métodos e modelos aplicados neste trabalho e detalha o banco de dados utilizado. Os capítulos 6 e 7 trazem simulações do modelo gravitacional de comércio brasileiro com diferentes métodos econométricos e, por fim, o capítulo 8 realiza as considerações finais.

---

<sup>3</sup> Conforme será evidenciado no capítulo 4.



## 1 – O COMÉRCIO INTERNACIONAL E AS NEGOCIAÇÕES MULTILATERAIS A PARTIR DE 1947

Após o fim da Segunda Guerra Mundial, diversos países se propuseram a buscar maior cooperação internacional e reestabelecer o sistema econômico mundial. O Fundo Monetário Internacional (FMI) foi criado em 1944, na convenção de Bretton Woods, com a missão de gerenciar as disponibilidades de moedas. Por sua vez, o Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento (o Banco Mundial) foi criado para facilitar o financiamento dos países arruinados pela guerra. Vinte e três países estabeleceram, em 1947, na cidade de Genebra, um acordo geral de tarifas e comércio (GATT), condenando as cotas de exportação e a prática de *dumping*. Conforme mostra a Tabela 1, diversas deliberações foram realizadas a partir de então.

**Tabela 1: Negociações multilaterais de comércio internacional**

DATA	LOCAL	NÚMERO DE PARTICIPANTES	COMÉRCIO AFETADO (US\$)
1947	Genebra, Suíça	23	10 bilhões
1949	Annecy, França	13	Não disponível
1951	Torquay, Reino Unido	38	Não disponível
1956	Genebra	26	2,5 bilhões
1960-1961	Rodada Dillon	26	4,9 bilhões
1964-1967	Rodada Kennedy	62	40 bilhões
1973-1979	Rodada Tóquio	102	155 bilhões

1986-1994	Rodada Uruguai	126	3,7 trilhões
2001-presente	Rodada Doha	155	-

**Fonte:** Thorstensen (2001) e Comissão Europeia.

A Organização Mundial de Comércio (OMC), mais conhecida internacionalmente pela sigla WTO (World Trade Organization), foi criada em 1995 com o objetivo de administrar os acordos comerciais negociados por seus membros, em particular o Acordo Geral de Tarifas e Comércio (GATT), o Acordo Geral de Comércio em Serviços (GATS) e o Acordo de Direitos de Propriedade Intelectual relacionados ao Comércio (TRIPS).

Hoekman & Kostecki (2009) tratam com detalhes sobre o sistema de comércio internacional, especificamente a OMC e o futuro do comércio internacional. Abreu (1998) discute a história e as perspectivas da participação do Brasil no GATT e na OMC. Na visão deste último, o papel da OMC é possivelmente mais importante para países em desenvolvimento, como o Brasil, do que para os grandes blocos econômicos e as economias avançadas, como os Estados Unidos, o Japão ou a União Europeia. Embora os parceiros do Brasil desejem do país um contínuo comprometimento com uma política de abertura de mercado, Abreu (1998) aponta que não há muito mais espaço para grandes concessões comerciais pelo Brasil para as próximas rodadas de negociações multilaterais. Na Rodada Uruguai, por exemplo, os cortes tarifários foram mais significantes para os produtos industriais do que para os produtos agrícolas, em que pese tenham sido superiores nas economias em desenvolvimento do que nos países desenvolvidos. Em meio a todas as negociações do GATT e da OMC, o crescimento do comércio internacional se deu com bastante rapidez a partir de 1995, ano da criação da OMC.

O capítulo 2 mostra dados gerais sobre o comércio internacional e algumas estatísticas recentes do comércio exterior brasileiro.

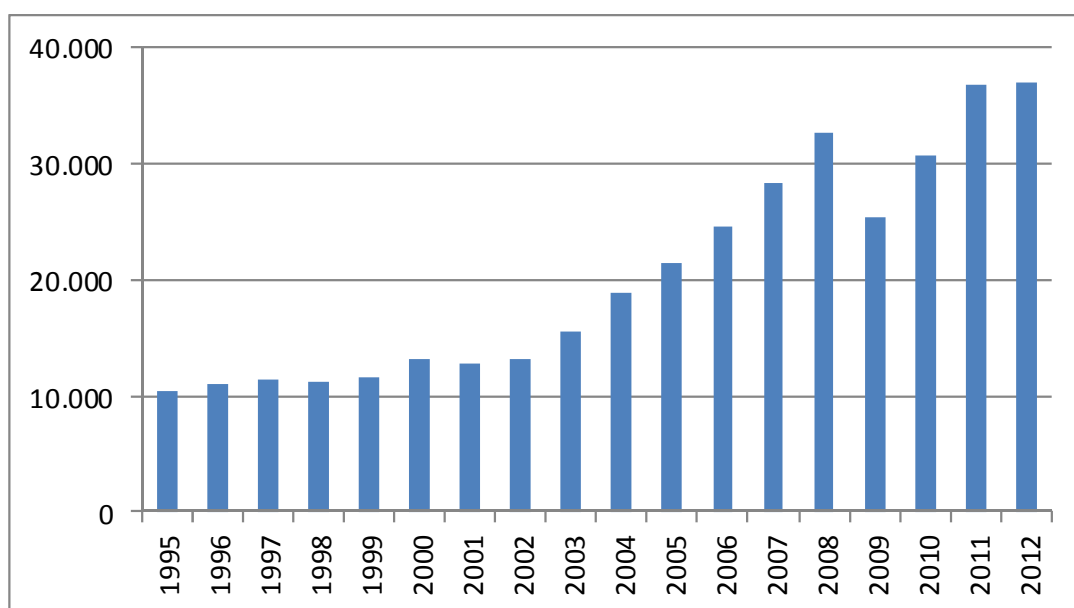
## 2 – A EVOLUÇÃO RECENTE DO COMÉRCIO INTERNACIONAL E DO COMÉRCIO EXTERIOR BRASILEIRO

Este capítulo apresenta o cenário atual do comércio exterior mundial e do Brasil, visando ilustrar a evolução brasileira no contexto internacional. Depois, são mostrados os acordos comerciais do Brasil e, em seguida, a relação do país com os diversos blocos econômicos do mundo.

De 1995 a 2012, o comércio mundial mais do que triplicou. Se observarmos um período ainda mais recente, entre 2002 e 2012, constatamos que o comércio mundial cresceu à taxa média anual de 11,7%. A corrente de comércio no mundo, em 2012, atingiu a marca de US\$ 37,0 trilhões, segundo dados estatísticos compilados do site da OMC.

Observa-se, na Figura 5, a desaceleração do comércio mundial tanto em 2009, impactado pela crise dos EUA, quanto em 2012, quando a corrente de comércio mundial sentiu mais fortemente os efeitos da crise europeia. No ano de 2012, a corrente de comércio mundial cresceu 0,5%, contrastando com o crescimento médio anual de 13% no período de 2003 a 2011.

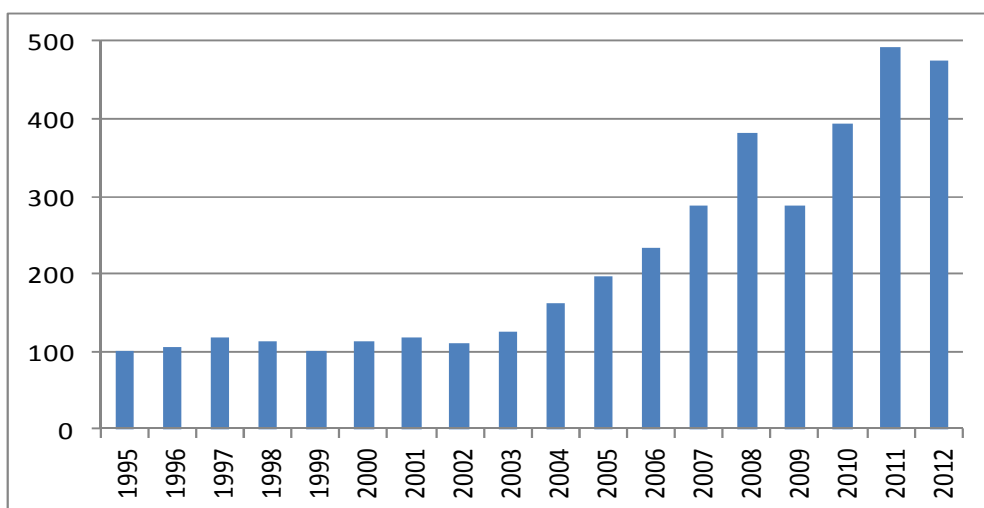
**Figura 5: Corrente de Comércio mundial, em US\$ bilhões**



Fonte: OMC / Elaboração própria

Apesar da crise financeira internacional, a corrente de comércio do Brasil praticamente quintuplicou entre 1995 e 2012. Com maior aceleração no período entre 2002 e 2012, o comércio brasileiro cresceu à taxa média anual de 17,3%. A corrente brasileira, em 2012, totalizou US\$ 476 bilhões.

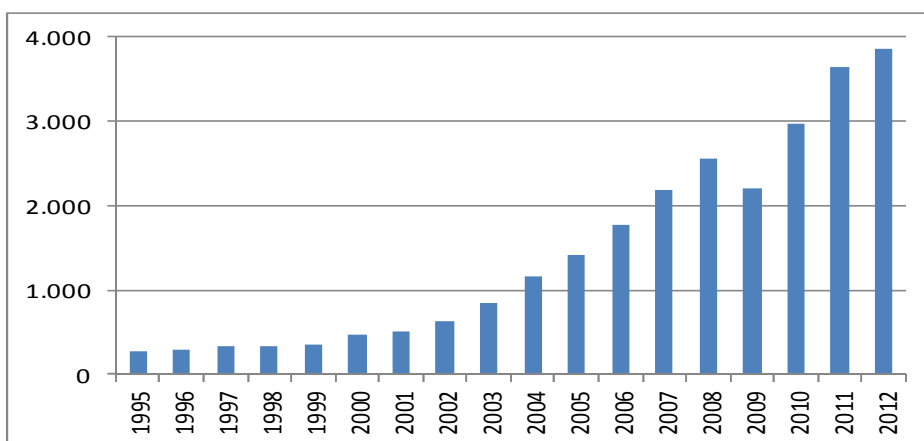
**Figura 6: Corrente de Comércio brasileira, em US\$ bilhões**



Fonte: OMC / Elaboração própria

A economia chinesa, que no período entre 2006 e 2012 apresentou crescimento médio anual de 10,5%, foi a grande propulsora do crescimento do comércio mundial. De 1995 a 2012, a corrente de comércio da China cresceu mais de 1.200%. Somente no período entre 2002 e 2012, o comércio chinês cresceu à taxa média anual de 21%, atingindo US\$ 3,9 trilhões.

**Figura 7: Corrente de Comércio chinês, em US\$ bilhões**



Fonte: OMC / Elaboração própria

Embora o comércio brasileiro tenha apresentado grande avanço, os maiores exportadores ainda são os países desenvolvidos e a China. O Brasil, entretanto, nos primeiros nove meses de 2012, apareceu na 21ª posição do ranking dos maiores países exportadores.

No período de janeiro a setembro de 2012, a China aparece como o maior exportador do mundo, com 11,2% do total. Os Estados Unidos vem em segundo lugar, com 8,6% das exportações, enquanto a Alemanha registrou 7,4% do total exportado no mundo. As exportações brasileiras representaram aproximadamente 1,4% desse total.

**Tabela 2: Principais Países Exportadores, no período de Janeiro a Setembro de 2012**

RANKING	PAÍSES	US\$ BILHÕES	PART.% NO TOTAL
1	China	1.497,3	11,2%
2	EUA	1.152,0	8,6%
3	Alemanha	991,5	7,4%
4	Japão	609,8	4,6%
5	Holanda	473,8	3,6%
6	França	414,2	3,1%
7	Coreia do Sul	411,5	3,1%
8	Rússia	391,9	2,9%
9	Itália	363,4	2,7%
10	Canadá	340,4	2,6%
11	Hong Kong	325,0	2,4%
12	Bélgica	323,9	2,4%
13	Reino Unido	321,1	2,4%
14	Cingapura	310,0	2,3%
15	Arábia Saudita	274,3	2,1%
16	México	271,4	2,0%
17	Índia	221,9	1,7%
18	Espanha	212,0	1,6%
19	Austrália	193,3	1,5%
20	Emirados Árabes Unidos	191,5	1,4%
21	Brasil	180,5	1,4%
<b>Subtotal</b>		9.470,6	71,1%
<b>Outros países</b>		3.849,8	28,9%
<b>Mundo</b>		13.320,4	100,0%

Fonte: FMI, Direction of Trade Statistics, Janeiro de 2013.

Elaboração: MRE/DPR/DIC – Divisão de Informação Comercial.

Com relação às importações neste mesmo período, os Estados Unidos ocupam a 1ª colocação no ranking, com 12,6% do total importado em todo o mundo. A China vem em segundo lugar, com 9,7%, e a Alemanha importou o equivalente a 6,2% do total. O Brasil aparece na 20ª posição dos maiores importadores do mundo, com 1,3% do total mundial.

**Tabela 3: Principais Países Importadores, no período de Janeiro a Setembro de 2012**

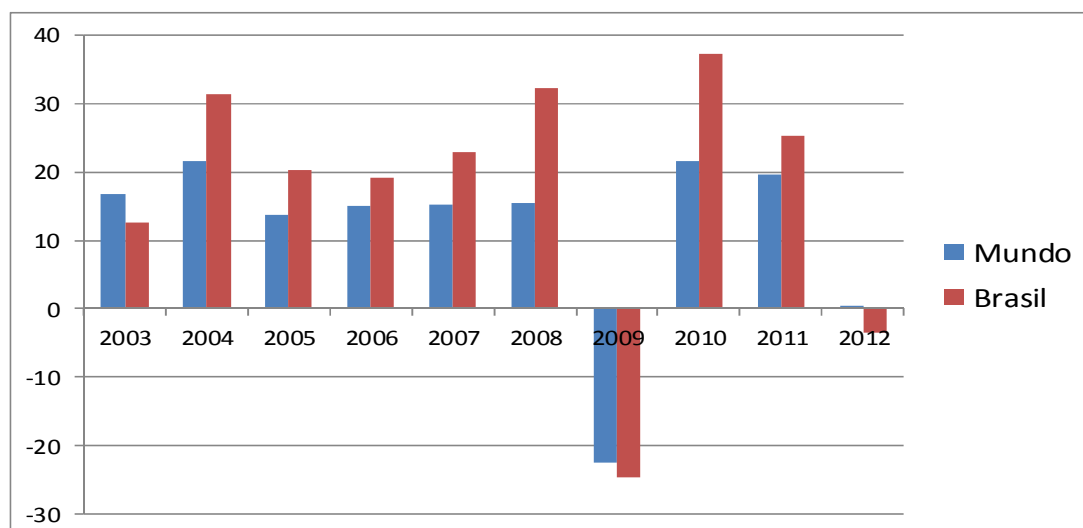
RANKING	PAÍSES	US\$ BILHÕES	PART.% NO TOTAL
1	Estados Unidos	1.750,7	12,6%
2	China	1.346,5	9,7%
3	Alemanha	863,0	6,2%
4	Japão	668,9	4,8%
5	França	493,4	3,6%
6	Reino Unido	481,2	3,5%
7	Holanda	435,9	3,1%
8	Coreia do Sul	389,8	2,8%
9	Canadá	381,5	2,8%
10	Hong Kong	369,2	2,7%
11	Índia	361,0	2,6%
12	Itália	339,2	2,5%
13	Bélgica	322,4	2,3%
14	México	285,6	2,1%
15	Cingapura	284,4	2,1%
16	Espanha	249,5	1,8%
17	Rússia	245,6	1,8%
18	Austrália	205,1	1,5%
19	Tailândia	185,2	1,3%
20	Brasil	181,3	1,3%
<b>Subtotal</b>		9.839,5	71,1%
<b>Outros países</b>		4.002,9	28,9%
<b>Mundo</b>		13.842,4	100,0%

Fonte: FMI, Direction of Trade Statistics, Janeiro de 2013.

Elaboração: MRE/DPR/DIC – Divisão de Informação Comercial.

Apesar de o comércio brasileiro representar pequena parcela sobre o total mundial, a corrente de comércio do país vem apresentando taxas de crescimento superiores às mundiais. Desde 2004, esta tendência vem se firmando, com exceções nos anos das crises internacionais, mais especificamente a crise financeira internacional, conforme mostra a Figura 8.

**Figura 8: Taxas de crescimento anual das Correntes de Comércio do Brasil e do Mundo, em %**



Fonte: OMC / Elaboração Própria.

Na Tabela 4, observa-se que as exportações brasileiras cresceram de US\$ 55,1 bilhões, em 2000, para US\$ 242,2 bilhões em 2013. A classe de produtos básicos foi a que mais contribuiu para este crescimento, passando de US\$ 12,6 bilhões, em 2000, para US\$ 113,0 bilhões em 2013. Os produtos semimanufaturados subiram de US\$ 8,5 bilhões, em 2000, para US\$ 30,5 bilhões em 2013. Por fim, a classe de produtos manufaturados também contribuiu bastante para o crescimento das exportações, subindo de US\$ 32,6 bilhões, em 2000, para US\$ 93,1 bilhões em 2013.

**Tabela 4: Exportações brasileiras por classes de produtos, em US\$ bilhões**

Ano	Exportação Total	Produtos Básicos	Produtos Semimanufaturados	Produtos manufaturados
2000	55,1	12,6	8,5	32,6
2001	58,3	15,3	8,2	33,0
2002	60,4	17,0	9,0	33,1
2003	73,2	21,2	10,9	39,8
2004	96,7	28,5	13,4	53,1
2005	118,5	34,7	16,0	65,4

<b>2006</b>	137,8	40,3	19,5	75,0
<b>2007</b>	160,6	51,6	21,8	83,9
<b>2008</b>	197,9	73,0	27,1	92,7
<b>2009</b>	153,0	62,0	20,5	67,3
<b>2010</b>	201,9	90,0	28,2	79,6
<b>2011</b>	256,0	122,5	36,0	92,3
<b>2012</b>	242,6	113,5	33,0	90,7
<b>2013</b>	242,2	113,0	30,5	93,1

Fonte: MDIC / Elaboração própria.



### **3 – PRINCIPAIS ACORDOS COMERCIAIS BRASILEIROS**

O Brasil tem, atualmente, nove acordos comerciais vigentes e outros sete em negociação, segundo o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC). Para possibilitar ao país condições propícias para desenhar e negociar diversos acordos, o governo brasileiro se associou a outros países com interesses comuns, na função de co-fundador e/ou membro de uniões políticas e comerciais, dentre as quais se destacam o Mercosul (Mercado Comum do Sul) e a ALADI (Associação Latino Americana de Integração). Trataremos destas uniões e destes acordos comerciais brasileiros neste capítulo.

Primeiramente, serão destacados os principais acordos comerciais que o Brasil realizou diretamente com outros países, ou seja, bilaterais, ainda que, em alguns casos, as ideias sejam originárias do Mercosul ou do ALADI. Por ordem numérica do Acordo de Complementação Econômica (ACE), os acordos são estes:

- ACE nº 2 – Brasil-Uruguai: internalizado ao ordenamento jurídico brasileiro pelo Decreto nº 88.419, de 20/06/83, ampara o comércio de produtos do Setor Automotivo entre os dois países.
- ACE nº 14 – Brasil-Argentina: assinado em dezembro de 1990, e posteriormente internalizado no Brasil por meio do Decreto nº 60, de 15/03/1991. O Acordo incorporou os 24 Protocolos do Tratado de Integração, Cooperação e Desenvolvimento, assinado por Brasil e Argentina em 1988, sobre diversos temas, tais como: bens de capital, trigo, produtos alimentícios industrializados, indústria automotriz, cooperação nuclear, transporte marítimo, transporte terrestre. Com a implementação do Mercosul, a partir de 1995, o comércio entre a Argentina e o Mercosul passou a ser realizado ao amparo do ACE nº 18 (Mercosul).
- ACE nº 38 – Brasil-Guiana: firmado em 2001, estabelece um acordo de preferências tarifárias entre o Brasil e a Guiana.

Objetivos do acordo: o Brasil outorgou preferências para 127 itens (madeira, papel, celulose e siderúrgicos) e a Guiana outorgou preferências variando entre 15% e 100% para 831 itens (bens de capital, automotivo, químicos, cerâmica, têxteis, calçados, borracha e couros).

- ACE nº 41 – Brasil-Suriname: em 31 de abril de 2004, foi assinado o Acordo de Alcance Parcial de Complementação Econômica entre o Brasil e o Suriname, subscrito ao amparo do Artigo 25 do Tratado de Montevideu/80 nº 41, e internalizado no Brasil pelo Decreto nº 5.565, de 24/10/2005. O Acordo consiste na concessão brasileira de quota anual de 10 mil toneladas de arroz provenientes do Suriname, livre de gravames aplicados à importação.
- ACE nº 53 – Brasil-México: firmado em agosto de 2002 e internalizado no Brasil pelo Decreto nº 4.383 de 23/09/2002. Trata-se de um acordo de preferências tarifárias fixas concedidas a 792 itens. Os objetivos do acordo são: diversificação da corrente de comércio, com o objetivo de intensificar a complementação econômica; estimular investimento; e incentivar a participação dos setores privados das Partes.
- ACE nº 69 – Brasil-Venezuela: o Acordo concede livre mercado às importações originárias da Venezuela. Este país, por sua vez, concederá livre acesso às exportações brasileiras a partir de 01/01/2014 para todo o universo tarifário, com exceção de 777 itens, que alcançarão o livre comércio em 01/01/2018. O setor automotivo, enquanto não negociado, receberá os benefícios concedidos pelo ACE 59 (Mercosul- Colômbia, Equador e Venezuela).

Trataremos agora do Mercosul e os principais acordos comerciais brasileiros realizados por meio dessa união.

### **3.1 – Mercado Comum do Sul (MERCOSUL)**

O Mercosul foi criado em 1995, para promover o desenvolvimento de seus países membros: Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai. O Mercado Comum do Sul se baseia em:

- Livre circulação de bens, serviços e fatores de produção;
- Fim das barreiras tarifárias (e não-tarifárias) no comércio entre os países membros;
- Adoção de Tarifa Externa Comum (TEC); e
- Coordenação de políticas macroeconômicas, de comércio exterior, agrícola, industrial, alfandegária, transporte, comunicações, entre outras.

As operações comerciais no Mercosul foram normatizadas através do Acordo de Complementação Econômica nº 18, implementado no Brasil pelo Decreto nº 550, de 27/05/92. Trata-se de um acordo de livre comércio firmado no ano de 1992, enquanto a criação do Mercosul de 1995 foi um acordo aduaneiro que viabilizou o caminho para um mercado comum.

Os principais acordos comerciais brasileiros realizados por meio do Mercosul são, por ordem numérica do Acordo de Complementação Econômica (ACE):

- ACE nº 35 – Mercosul-Chile: firmado na Argentina em junho de 1996 e internalizado no Brasil pelo Decreto n.º 2075/96, de 19 de novembro do mesmo ano, o Acordo tem entre seus objetivos o estabelecimento de uma área de livre comércio entre as Partes; criação de espaço econômico ampliado, que facilite a circulação de bens e serviços e a plena utilização dos fatores produtivos;

promoção, complementação e cooperação econômica, energética, científica e tecnológica.

- ACE nº 36 – Mercosul-Bolívia: firmado em dezembro de 1996 e internalizado no Brasil pelo Decreto nº 2.240, de 28 de maio de 1997. O Acordo visa a conformação de uma Área de Livre Comércio entre as Partes, em um prazo máximo de 10 anos.
- ACE nº 54 – Mercosul-México: assinado em julho de 2002 e internalizado no Brasil pelo Decreto nº 4.598, de 18 /02/03. O Acordo tem por objetivo: criar uma Área de Livre Comércio mediante a eliminação de gravames, restrições e demais obstáculos que afetam o comércio recíproco, a fim de lograr a expansão e a diversificação do intercâmbio comercial; estabelecer um quadro jurídico que permita oferecer segurança e transparência aos agentes econômicos das Partes; estabelecer um quadro normativo para promover e impulsionar os investimentos recíprocos; e promover a complementação e cooperação econômicas. O Acordo é formado pelos acordos bilaterais celebrados entre os países do Mercosul e o México, entre eles o Acordo de Complementação Econômica nº 53 (Brasil-México).
- ACE nº 55 – Automotivo Mercosul-México: assinado pelo Mercosul e o México em setembro de 2002 e internalizado no Brasil mediante Decreto n. 4.458, de 05/11/2002. O Acordo regula o comércio automotivo entre as partes.
- ACE nº 58 – Mercosul-Peru: firmado entre Mercosul e a República do Peru em 30/11/2005 e incorporado ao ordenamento jurídico brasileiro mediante o Decreto nº 5.651, de 29/12/2005, publicado no D.O.U de 30/12/2005.
- ACE nº 59 – Mercosul-Colômbia, Equador e Venezuela: firmado em 16/12/2003 e incorporado ao ordenamento jurídico brasileiro

mediante o Decreto nº 5361, de 31/01/2005, publicado no D.O.U de 01/02/2005.

- ACE nº 62 – Mercosul-Cuba: firmado entre Mercosul e Cuba em 21/07/2006 e incorporado ao ordenamento jurídico brasileiro mediante o Decreto nº 6.068, de 26/03/2007. O referido acordo entrou em vigor bilateralmente para o Brasil e Cuba em 02/07/2007. De acordo com o Artigo 29 do ACE 62, as preferências tarifárias negociadas no ACE 43 (Brasil-Cuba), os aspectos normativos a elas vinculados, e seus Protocolos Adicionais ficam sem efeito a partir da data de entrada em vigor do Acordo Mercosul-Cuba. Não obstante, se manterão em vigor as disposições do ACE 43 e seus Protocolos que não resultem incompatíveis com o ACE 62, quando se referirem a matérias não incluídas no mesmo.
- Mercosul-Índia: o Acordo de Preferências Tarifárias Fixas (APTF) Mercosul-Índia foi o primeiro que o Mercosul celebrou com país fora do continente americano, e é considerado a primeira etapa de uma futura área de livre-comércio.
- Mercosul-Israel: Trata-se do primeiro acordo de Livre Comércio assinado pelo Mercosul com um país não-membro da Associação Latino Americana de Integração (ALADI). O Acordo foi assinado em Montevideu, em 18 de dezembro de 2007. A liberalização israelense inclui oito mil códigos tarifários que obedecerão a um cronograma de redução tarifária em um período de oito anos. Do outro lado, a liberalização do Mercosul abrange 9.424 itens, que, em sua quase totalidade, em 10 anos, terão sua importação proveniente de Israel isenta de tarifas. O Congresso Nacional ratificou o texto do acordo – conforme o Decreto Legislativo nº 936, de 17 de dezembro de 2009 – que está em vigor desde a publicação do Decreto nº 7.159, de 27 de abril de 2010.

Com relação aos principais acordos que ainda estão em fase de negociação pelo Mercosul, destacam-se:

- Mercosul-União Europeia: as negociações entre o Mercosul e União Europeia sobre um acordo de livre comércio (denominado Acordo de Associação Bi-regional) foram lançadas em 1999, mas interrompidas em 2004. Em 2010, as negociações foram relançadas e, desde então, foram realizadas oito reuniões do Comitê de Negociações Bi-Regionais (CNB), a mais recente em Bruxelas, em março de 2012. As negociações têm se concentrado na elaboração do marco normativo (acesso a mercado em bens, defesa comercial, solução de controvérsias, concorrência, investimentos, serviços, barreiras técnicas, medidas sanitárias e fitossanitárias, entre outros).
- Mercosul-SACU (*South African Customs Union*): Pela Decisão CMC 36/00, de junho de 2000, o Grupo Mercado Comum (GMC), órgão decisório executivo do Mercosul, foi instruído a iniciar negociações com a República da África do Sul, com vistas a um acordo para a criação de uma área de livre comércio e maior cooperação econômica e de investimentos. Em 15/12/2000, foi assinado o Acordo Marco entre as partes, com o objetivo de fortalecer as relações existentes, promover o incremento do intercâmbio comercial e estabelecer as condições para a pretendida área de livre comércio. Posteriormente, em outubro de 2003 as negociações evoluíram para envolver a South African Customs Union (SACU), união aduaneira formada pela África do Sul, Namíbia, Botsuana, Lesoto e Suazilândia. A SACU pretendia ir diretamente para um acordo de livre comércio, mas aceitou iniciar com um acordo de preferências fixas. Após a XII Rodada de Negociações, que ocorreu em Buenos Aires, em 17 e 18 de

abril de 2008, as negociações foram encerradas. A lista de ofertas do Mercosul conta com 1.076 códigos NCM/SH 2007, e a oferta da SACU com 1.026 códigos da mesma nomenclatura. Os setores contemplados pelo acordo foram: agrícola, pesqueiro, têxtil e vestuário, aparelhos de ótica, autopeças, plásticos e suas obras, químicos, siderúrgicos, eletroeletrônicos, móveis, BIT, BK, e ferramentas, entre outros. O Acordo de Comércio Preferencial Mercosul-SACU foi assinado pelos Estados-Partes do Mercosul durante o encontro de cúpula do bloco na Costa do Sauípe, em dezembro de 2008. Os países-membros da SACU assinaram em 3 de abril de 2009, na capital do Lesoto. O Acordo já foi aprovado no Congresso Nacional. Sua entrada em vigor ocorrerá após a finalização dos trâmites internos de ratificação por todas as partes signatárias.

- Mercosul-Egito: como resultado da quinta rodada de negociações entre Mercosul e Egito, ocorreu em San Juan, Argentina, entre os dias 31 de julho e 2 de agosto de 2010, reunião técnica que finalizou as negociações para o Acordo de Livre Comércio. Tal Acordo destina-se à abertura ao mercado bilateral de bens, além de conter cláusula evolutiva sobre a possibilidade de entendimentos, no futuro, para acesso em serviços e investimentos.
- Em 20 de dezembro de 2011, na cidade de Montevideu, durante encontro de Cúpula do Mercosul, foi assinado o Acordo de Livre Comércio Mercosul-Palestina, baseado no Acordo-Quadro de Comércio e Cooperação Econômica entre o bloco e a Autoridade Nacional Palestina, de dezembro de 2010. O Acordo reafirma o interesse dos países-membros do Mercosul em ampliar entendimentos com parceiros no Oriente Médio e no mundo

árabe. O Acordo de Livre Comércio deverá seguir os trâmites internos de cada país até a sua adequada vigência.

Em 2012, a Venezuela passou a integrar o Mercosul na condição de Estado parte, tendo o direito de participar plenamente no Mercosul. Segundo dispõe o Protocolo de Adesão da Venezuela, assinado em julho de 2006 e em vigor desde agosto de 2012, foram previstas etapas e prazos para: a plena incorporação do normativo Mercosul; a adoção da Tarifa Externa Comum (TEC) e da Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM) pela Venezuela; alcançar o livre comércio.

### **3.2 – Associação Latino-Americana de Integração (ALADI)**

A Associação Latino-Americana de Integração foi criada, em 1980, com o objetivo de possibilitar a integração latino-americana, promover o desenvolvimento econômico e social da região, e estabelecer um mercado comum entre seus países integrantes.

A ALADI é formada por treze países-membros: Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Cuba, Equador, México, Panamá, Paraguai, Peru, Uruguai e Venezuela.

Os acordos da ALADI, disponibilizados pelo Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio, são os seguintes:

- Acordo de Preferências Tarifárias Regional nº 04 (APTR 04): estabelece a Preferência Tarifária Regional (PTR), conforme previsto no Art. 5 do Tratado de Montevideu – TM 80. No Brasil, o acordo foi internalizado pelo Decreto Nº 90.782, de 28/12/1984, e seus Protocolos Adicionais pelos Decretos Nº 94.377, de 26/05/1987; Decretos Nº 149, de 15/06/1991; Decreto Nº 164, de 03/07/1991; e Decreto Nº 3.199, de 06/10/1999. As margens de preferências outorgadas são as estabelecidas no quadro abaixo.



**Tabela 5: Margens de preferências do Acordo de Preferências Tarifárias Regional nº 04, da ALADI**

País Outorgante	País Beneficiário				
	PMDER Mediterrâneos: <b>Bolívia, Paraguai</b>	PMDER: <b>Equador</b>	PDI: <b>Colômbia, Chile, Cuba, Uruguai e Venezuela</b>	<b>Peru</b>	Demais: <b>Argentina, Brasil e México</b>
Países de Menor Desenvolvimento Econômico Relativo (PMDER) Mediterrâneos: <b>Bolívia, Paraguai</b>	24%	20%	12%	6%	8%
Países de Menor Desenvolvimento Econômico Relativo (PMDER): <b>Equador</b>	24%	-	12%	6%	8%
Países de Desenvolvimento Intermediário (PDI): <b>Colômbia, Chile, Cuba, Peru, Uruguai e Venezuela</b>	34%	28%	20%	10%	12%
<b>Peru</b> (considerado País de Desenvolvimento Intermediário, mas não internalizou o Segundo Protocolo Adicional à PTR4)	15%	14%	10%	-	6%
Demais: <b>Argentina, Brasil e México</b>	48%	40%	28%	14%	20%

Fonte: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio.

- Acordo de Sementes entre países da ALADI (AG-02): O Acordo para liberação e expansão do comércio intra-regional de sementes foi assinado em 22/11/1991 pela Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, Chile, Paraguai, Peru e Uruguai, e posteriormente, mediante protocolos de adesão, pelo Equador, Cuba e Venezuela. O Acordo tem por objetivo liberar o comércio intra-regional de sementes e estabelecer condições para o desenvolvimento harmônico dos sistemas nacionais de sementes. Desta forma, as importações das sementes da lista comum, constante do Acordo, de espécies provenientes de multiplicações realizadas nos países membros, estarão livres de gravames aplicados à importação, assim como dos direitos aduaneiros e quaisquer outros encargos de efeitos equivalentes, sejam de caráter fiscal, monetário, cambial ou de outra natureza. Os

benefícios derivados do Acordo vigorarão apenas para os produtos considerados originários do território dos países signatários, conforme o Regime Geral de Origem da ALADI. No Brasil, o “Acordo de Sementes” foi internalizado pelo Decreto nº 775, de 19/03/1993. Cabe observar que a ALADI não possui informações quanto à entrada em vigor do Acordo na Colômbia, Cuba, Equador e Venezuela.

- Acordo de Bens Culturais entre países da ALADI (AR-07): O Acordo Regional de Cooperação e Intercâmbio de Bens nas Áreas Cultural, Educacional e Científica foi assinado em 27 de outubro de 1989, e internalizado ao ordenamento jurídico brasileiro pelo Decreto nº 97.487, de 08/02/1989. Tem por objetivo a formação de um mercado comum de bens e serviços culturais, com a ampliação dos níveis de instrução, capacitação e informação, bem como do conhecimento recíproco das diferentes culturas dos povos da região. O Acordo teve adesão inicial da Argentina, Brasil, Colômbia, México, Peru, Uruguai e Venezuela, e posteriormente dos demais países-membros da ALADI, tornando-se mediante seu Primeiro Protocolo Adicional o Acordo de Alcance Regional nº 07. O Acordo de Alcance Regional nº 7 prevê a livre circulação dos materiais e elementos culturais, educacionais e científicos, obras de arte, objetos de coleção e antiguidades, registrados em seus anexos, desde que cumpram disposições neles expressas e sejam originários de seus respectivos territórios.

#### 4 – EQUAÇÃO DE GRAVIDADE DO COMÉRCIO INTERNACIONAL

A “Equação de Gravidade” do comércio internacional tem se provado consistente ao longo das últimas décadas e em amostras de diferentes países e metodologias, conforme será discutido na seção 4.1. Analogamente à lei da gravidade da Física, o comércio entre dois países é diretamente relacionado com o tamanho de suas economias, e negativamente relacionado com a distância entre eles, ou seja, a lei da gravitação universal de Newton (1686) determinou que "dois corpos se atraem mutuamente com uma força que é proporcional à massa de cada um deles e inversamente proporcional ao quadrado da distância que separa esses corpos", ou seja:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

onde  $F$  é a força entre as massas,  $G$  é a constante gravitacional,  $m_1$  é a massa do corpo um,  $m_2$  é a massa do corpo dois e  $r$  é a distância entre os centros das massas.

A analogia desta lei foi feita pela primeira vez por Tinbergen (1962), ao descrever os fluxos de comércio entre dois países como “proporcionais aos produtos internos brutos daqueles países e inversamente proporcionais à distância entre eles”. Na seção 4.1, detalharemos sobre este primeiro estudo de comércio internacional realizado sob a ótica da equação de gravidade e sobre os principais estudos empíricos sob a ótica gravitacional.

Diversos autores avançaram com a teoria e com as aplicações empíricas da equação de gravidade do comércio internacional. A fórmula simplificada da equação de gravidade utilizada pelos principais autores é:

$$TF_{ij} = c \frac{GDP_i GDP_j}{D_{ij}}$$

onde  $TF_{ij}$ : corrente de comércio entre os países  $i$  e  $j$ ,  $c$ : constante,  $GDP_i$ : Produto Interno Bruto do país  $i$ ,  $GDP_j$ : Produto Interno Bruto do país  $j$ , e  $D_{ij}$ : distância entre os países  $i$  e  $j$ .

Observa-se que diversos estudos buscaram aprimorar esta equação tradicional de gravidade aplicada ao comércio internacional. Linnemann (1966), Anderson (1979), Krugman (1985) e Bergstrand (1990), dentre outros, buscaram inserir novas variáveis explicativas, seja utilizando os mais variados métodos estatísticos e econométricos para explicar a corrente de comércio entre os principais países do mundo, conforme descrito na seção 4.1

Em geral, a equação tem sugerido que, quanto maior o Produto Interno Bruto de um país, maior o poder gravitacional de seu comércio sobre outro país. Desde Tinbergen (1962), Pöyhönen (1963) e Linnemann (1966), a variável distância está associada ao custo de transporte das mercadorias entre os países. Um alto custo logístico poderia inibir ou reduzir a demanda por importações de determinado país, em detrimento de outros. Por outro lado, acordos comerciais poderiam facilitar e baratear o comércio entre um grupo de países. Além disso, é possível que características específicas de cada país, como o idioma, tenham algum impacto na determinação do volume da corrente de comércio entre países. De igual forma, um país que possui muitos vizinhos em sua fronteira poderia sofrer estímulos ou barreiras ao intercâmbio de mercadorias.

Neste capítulo, abordaremos os principais estudos sobre comércio internacional que se utilizam da equação de gravidade como modelo. Em seguida, serão discutidos os principais desafios da atualidade para a equação de gravidade do comércio internacional.

#### **4.1 – Estudos Empíricos sob a Ótica Gravitacional**

Tinbergen (1962) realizou o primeiro estudo econométrico de correntes de comércio baseado na Equação de Gravidade. Ele propôs um exercício de econometria para determinar o modelo padrão do comércio internacional que prevaleceria na ausência de impedimentos comerciais. Este autor determinou

que o tamanho do fluxo de comércio entre qualquer par de países ( $X_{ij}$ ) é estocasticamente determinado por:

- (i)  $M_i$ , a quantidade de exportações que um país  $i$  é capaz de ofertar ao país  $j$ , dependendo de seu tamanho econômico em termos de Produto Nacional Bruto convertido para dólares dos EUA;
- (ii)  $M_j$ , o tamanho do mercado importador, medido por seu Produto Nacional Bruto, também convertido para dólares dos EUA;
- (iii)  $\phi_{ij}$ , a distância geográfica entre os dois países em 1.000 milhas náuticas, como uma medida dos custos de transporte ou um índice de informação sobre mercados exportadores.

O modelo foi expresso na forma log-log, de modo que a elasticidade da corrente de comércio fosse uma constante. Na realidade, os fluxos de comércio eram medidos tanto em termos de exportações como em termos de importações de *commodities*, e apenas fluxos de comércio não-zero foram incluídos na análise.

Como resultado, os países adjacentes mostraram um comércio mais intenso do que a variável distância pudesse medir sozinha. A adjacência era indicada por uma variável binária  $N_{ij}$ , que recebia o valor 1 caso os dois países fizessem fronteira. Por fim, a equação foi aumentada com fatores políticos ou semieconômicos: uma variável binária  $V_{ij}$  indicava quais os bens comercializados recebiam tratamento preferencial no país importador, caso eles pertencessem ao sistema de preferências da *Commonwealth* britânica. O termo estocástico  $\varepsilon_{ij}$  também foi incluído no modelo:

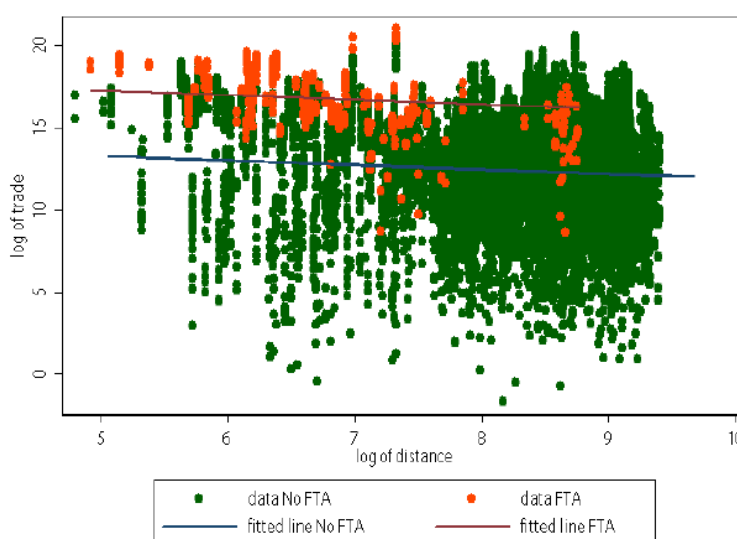
$$\ln X_{ij} = \ln G + a_1 \ln M_i + a_2 \ln M_j + a_3 \phi_{ij} + a_4 N_{ij} + a_5 V_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Elasticidades foram estimadas por meio de uma regressão entre países com Mínimos Quadrados Ordinários (OLS, na sigla em inglês) sobre 1.958

dados de fluxo de comércio para 18 países, como primeira tentativa, e para 42 países, como um teste de robustez.

A Figura 9 grafa a estimativa linear para a corrente de comércio obtida no primeiro exercício de Tinbergen (1962) com dados de comércio, acordos de livre comércio (FTA, na sigla em inglês) e distância, reproduzida por Subramanian e Wei (2007).

**Figura 9: Primeiro exercício de Tinbergen com dados de comércio, acordos de livre comércio e distância**



Fonte: Tinbergen (1962) / Elaboração: Subramanian e Wei (2007).

O gráfico reproduz o efeito marginal negativo da distância, condicionado ao tratamento preferencial dado pelo Acordo de Livre Comércio. O efeito positivo das preferências de comércio é visível, dada a distância vertical entre as duas linhas de regressão paralelas.

Linnemann (1966) adicionou população como uma medida adicional do tamanho do país no modelo e avançou na direção de uma justificativa teórica em termos do sistema de equilíbrio geral Walrasiano. Seu modelo ficou conhecido como o modelo aumentado<sup>4</sup> de gravidade. Linnemann continuou a desenvolver o conceito da equação de gravidade e seu objetivo de estudo era encontrar uma explicação quantitativa para os fluxos de comércio de

<sup>4</sup> O modelo aumentado de gravidade pode ser também encontrado em Oguledo e MacPhee (1994), Boisso e Ferrantino (1997), e Bayoumi e Eichengreen (1997).

*commodities* entre dois países. Em seu experimento, modelou o tamanho de uma corrente de comércio bilateral (X) como variável dependente da demanda do importador, da oferta do exportador e da “resistência” para o comércio, ou seja, o custo de fazer negócios. Sua equação incluía como variáveis explicativas os respectivos Produtos Nacionais Brutos (Y), os tamanhos das populações (N) dos países, a distância geográfica entre eles (D) e fatores potenciais de preferência de comércio (P). A equação era a seguinte (Linnemann, 1966, p.36):

$$X_{ij} = \delta_0 \frac{Y_i^{\delta_1} Y_j^{\delta_3} P_{ij}^{\delta_6}}{N_i^{\delta_2} N_j^{\delta_4} D_{ij}^{\delta_5}}$$

Linnemann baseou seu estudo em 6.300 fluxos de comércio bilateral entre 80 países, deliberadamente excluindo todos os comércios com e entre países comunistas. Propôs diversas conclusões sobre o tamanho dos fluxos de comércio, dentre eles, que não haveria efeito estabelecido entre a renda per capita e o comércio, uma vez que encontrou uma proporcionalidade entre o comércio e o produto nacional de cada país. Com relação à distância geográfica, ele concluiu que esta poderia ser utilizada como *proxy* para efeitos redutores de barreiras naturais ao comércio. Além disso, chegou à conclusão de que o tamanho da população tem um efeito negativo nos fluxos de comércio, devido a um efeito redutor de comércio, ou seja, países maiores tem mais habilidade para serem autossuficientes.

Leamer (1974) usou tanto a equação de gravidade quanto o modelo de Heckscher-Ohlin para explicar as variáveis na análise regressiva de correntes de comércio, porém não integrou as duas abordagens teoricamente. O autor acreditava que a melhor teoria de comércio seria um híbrido de teorias, porém a complexidade desta teoria composta não teria apelo intelectual. Estas contribuições foram seguidas por diversas outras tentativas formais em derivar a equação de gravidade de modelos que assumiam diferenciação de produtos.

Anderson (1979) foi o primeiro a realizar isto, primeiramente utilizando preferências Cobb-Douglas e, depois, preferências CES (elasticidade de substituição constante), utilizando a equação de gravidade do comércio internacional aplicada a *commodities*. Em ambos os casos, ele utilizou a chamada hipótese de Armington (1969), em que os produtos são diferenciados pelo país de origem. Anderson supõe uma economia com apenas um bem por país, nenhuma tarifa e nenhum custo de transporte. Seus resultados mostram que o fluxo de comércio do país  $i$  para o país  $j$  é proporcional aos Produtos Internos Brutos do importador e do exportador, ao aplicar uma restrição no balanço de pagamentos dos países.

Helpman e Krugman (1985) deram continuidade às explicações da equação de gravidade com base na pesquisa de Anderson (1979). Os autores traçaram um cenário em que haveria total especialização da produção, seja especialização intra-indústria ou intersetorial, retornos crescentes de escala no setor do comércio, preferências homotéticas idênticas, e acesso aos mesmos preços por todos os consumidores. Eles consideram que cada país no mundo consome uma fração de todo bem que é produzido na economia mundial e exporta uma fração de cada bem produzido no país. As exportações, portanto, são expressas como uma fração do PIB de um país, mas também do PIB de outros países do mundo.

A corrente de comércio entre os países  $i$  e  $j$  é expressa como:

$$X_{ij} = \beta_j Y_i = \beta_j \beta_i \bar{Y},$$

onde  $\bar{Y}$  é o PIB mundial;  $\beta_i$  e  $\beta_j$  são a parte do PIB mundial produzido em  $i$  e  $j$ , respectivamente.

Helpman (1987) afirma que, supondo países especializados em seus produtos, gostos idênticos e livre comércio, a razão entre o volume de comércio entre países e o PIB em uma determinada região  $A$  é expresso como:



$$\frac{VT_A}{GDP_A} = s_A \left[ 1 - \sum_{i \in A} (s_A^i)^2 \right]$$

onde  $s_A$  é uma constante, que significa a soma dos tamanhos dos países da região A, enquanto  $[1 - \sum_{i \in A} (s_A^i)^2]$  é um índice de dispersão, que representa a forma com que o volume de comércio se relaciona com o tamanho relativo dos países. Para exemplificar a propriedade deste “índice de dispersão”, suponhamos que há N países na região A. Neste caso, o índice é maximizado para países de mesmo tamanho relativo  $1/N$ , assumindo o valor  $1 - \frac{1}{N}$ , o que equivale a  $\frac{N-1}{N}$ , ou seja, a fração mais próxima de 1.

Segundo os autores, como economias de escala levam a uma maior especialização, a equação de gravidade tipicamente terá melhor desempenho, quanto mais os retornos crescentes de escala forem importantes na produção.

Bergstrand (1985) considera problemática a exclusão dos preços na equação de gravidade. Os autores anteriores somente entenderam os preços como reguladores de oferta e demanda. Bergstrand apresenta um modelo de equilíbrio geral do comércio mundial, com um agente maximizador de utilidade e lucro e um fator de produção em cada país. O resultado é um modelo que explica as correntes de comércio como funções de todos os recursos disponíveis no país, levando em consideração as barreiras comerciais e os custos de transporte. O autor simplifica este modelo com diversas hipóteses:

1. a corrente de comércio entre países i e j é pequena em relação ao comércio mundial;
2. todos os países têm utilidade e funções de produção idênticas<sup>5</sup>;
3. substitutibilidade perfeita na produção e consumo, o que significa que as correntes de comércio são diferenciadas por origem nacional;
4. perfeita arbitragem de *commodity*;
5. não há tarifas;

---

<sup>5</sup> Conforme o modelo de comércio intra-indústria de Heckscher-Ohlin-Samuelson.

6. não há custos de transporte.

Para resolver o problema de o modelo não incluir preço, Bergstrand especifica uma nova equação de gravidade “aumentada”, que inclui variáveis de preço. Como resultado dos testes empíricos, os diferentes níveis de poder de compra entre as nações sugeriram que a equação de gravidade generalizada é mais apropriada do que a abordagem de equilíbrio parcial, isto é, as hipóteses 3, 4, 5 e 6 foram refutadas. Sendo assim, o modelo final de Bergstrand (1985) incluía variáveis de preço.

Helpman (1987) utilizou a correspondência entre a equação de gravidade e o modelo de competição monopolística como base para um teste empírico deste último. Em outras palavras, ele interpretou o poder explicativo da equação de gravidade com dados de comércio bilateral como evidência empírica para o modelo de competição monopolística. Helpman afirmou que “a teoria de proporção de fatores contribui muito pouco para nosso entendimento da determinação do volume de comércio na economia global, ou o volume de comércio entre grupos de países”.

Bergstrand (1989, 1990) se distanciou do modelo de Heckscher-Ohlin ao assumir competição monopolística de Dixit-Stiglitz (1977) e, portanto, diferenciação de produtos entre firmas ao invés da diferenciação entre países. Entretanto, permanecia um híbrido entre o modelo Heckscher-Ohlin perfeitamente competitivo e o modelo de Krugman (1979) de competição monopolística de um setor. Em 1989, Bergstrand derivou novamente uma versão da equação de gravidade e, em 1990, examinou o comércio bilateral intra-indústria. Em seus trabalhos posteriores, Bergstrand juntou as abordagens baseadas em Armington com outra linha literária em que as equações de gravidade eram derivadas de modelos simples de competição monopolística.

Hummels e Levinsohn (1995) realizaram um teste negativo da presença de competição monopolística de Helpman, ao buscar a mesma relação no

comércio entre uma grande variedade de países, incluindo aqueles onde a competição monopolística era um fator menos plausível. O teste funcionou bem para aquele grupo de países, mostrando que, talvez, a relação representada pela equação de gravidade seja mais onipresente, e não única para o modelo de competição monopolística. Deardorff (1998) vai mais longe e afirma sua suspeita de que “qualquer modelo plausível de comércio derivaria algo muito semelhante à equação de gravidade, cujo sucesso empírico é, portanto, não evidência de algo, mas apenas um fato da vida”.

McCallum (1995) utilizou a equação de gravidade e dados de comércio entre províncias dos EUA e do Canadá para refutar a noções de que a fronteira nacional tinha perdido sua relevância econômica. O artigo mostrou a utilidade da equação para a estimação dos efeitos de políticas de integração de comércio, além de iniciar a literatura na tentativa de entender o “efeito-fronteira” (*McCallum Border Puzzle*).

Anderson e Van Wincoop (2003) clamaram ter resolvido o “efeito-fronteira” de McCallum. Os autores concluíram que a fronteira do Canadá com os EUA reduzem os níveis de comércio bilateral entre aquelas nações em 44%, enquanto em outros países industrializados o percentual de redução é de cerca de 30%. Enquanto o comércio bilateral entre os países se reduz, o comércio intraprovincial do Canadá cresce seis vezes devido à fronteira; nos EUA, o aumento é de 25%.

De Azevedo (2004) afirmou que a liberalização comercial não discriminatória afetou significativamente tanto as importações como as exportações totais do Mercosul, enquanto a formação do bloco não contribuiu para alterar o comércio intrabloco. O comércio entre os membros do Mercosul foi controlado pelas variáveis do modelo, tais como PIB, distâncias entre os países, e variáveis binárias de linguagem e de fronteiras comuns, e o autor chegou à conclusão de que o processo de integração não afetou o comércio bilateral intrabloco significativamente, além da liberalização não discriminatória.

Mais recentemente, Sohn (2005) realizou estudo empírico que testou a aplicabilidade da equação de gravidade ao comércio internacional da Coreia e a influência das estruturas de comércio e blocos econômicos regionais nos seus fluxos bilaterais de comércio. O modelo utilizado por Sohn foi:

$$\ln T_{ij} = \alpha + \beta_1 \ln[Y_i Y_j] + \beta_2 \ln\left[\left(\frac{Y}{P}\right)_i \left(\frac{Y}{P}\right)_j\right] + \beta_3 \ln D_{ij} + \gamma_k Z_{kij} + \varepsilon_{ij}$$

onde  $T_{ij}$  é o fluxo de comércio bilateral entre países  $i$  e  $j$ ,  $Y_i \cdot Y_j$  é o produto dos PIB dos países  $i$  e  $j$ ,  $\left(\frac{Y}{P}\right)_i \cdot \left(\frac{Y}{P}\right)_j$  é o produto dos PIB per capita dos países  $i$  e  $j$ , onde  $P$  significa população,  $D_{ij}$  é a distância entre os países  $i$  e  $j$ , e  $Z_{kij}$  é um vetor de variáveis *dummy*  $Z_k$  representando adjacência, língua comum, relação colonial etc. entre os países  $i$  e  $j$ .

O estudo conta com dados dos 30 maiores parceiros comerciais da Coreia no ano de 1995. Os resultados empíricos mostram que: o comércio do país se baseia no padrão Heckscher-Ohlin com comércio interindustrial, e não intra-indústria; a Coreia tem potencial significativo para ampliar o comércio com Japão e China, sugerindo que estes países são parceiros desejáveis para um acordo de livre comércio; o comércio entre as Coreias expandirá formidavelmente se as relações bilaterais se normalizarem e se a Coreia do Norte participar da Cooperação Econômica Ásia-Pacífico (APEC).

#### **4.2 – Principais questões a serem investigadas para o caso brasileiro**

A proposta desta dissertação é investigar o caso específico do Brasil em relação aos seus parceiros comerciais, no arranjo  $N \times 1$ , conforme realizado no estudo do Sohn (2005), descrito na seção anterior. Além disso, testar se permanece válida a conclusão do autor De Azevedo (2004) sobre a não-significância do comércio bilateral entre o Brasil e os países integrantes do Mercosul, para o período de 2003 a 2011.

No primeiro experimento empírico, será testada a aplicabilidade da equação de gravidade do comércio internacional, em sua forma tradicional, à economia brasileira. Depois de verificado se é possível explicar a corrente de comércio brasileira pelo modelo gravitacional, serão testadas algumas variáveis binárias (*dummies*), com três objetivos principais:

a) entender quais delas são significantes para o modelo de corrente de comércio brasileiro;

b) verificar, dentre as variáveis *dummies* significantes, quais os sinais de seus coeficientes no modelo e possíveis justificativas; e

c) se possível, chegar a um modelo que otimize o nível de poder de explicação ( $R^2$ ) da corrente de comércio brasileira, utilizando-se baixa quantidade de *dummies* explicativas.

Depois de realizados os exercícios empíricos com a equação tradicional e com as variáveis binárias, com banco de dados contendo 106 países, conforme será descrito na seção 5.1, será feito um segundo experimento. O segundo experimento empírico terá como objetivo verificar se variações de taxas de câmbio que levam em consideração a paridade do poder de compra (PPP, na sigla em inglês) dos países explicam significativamente a corrente de comércio brasileira. A OCDE mede esta taxa de câmbio para pouco menos de 40 países. Portanto, será montado um segundo banco de dados, aproveitando as observações dos países do primeiro painel, para os quais o sítio da OCDE forneça tais taxas de câmbio. Desta forma, será testado se o modelo empírico tradicional da equação de gravidade do comércio internacional, aplicado ao caso brasileiro, é mais bem explicado quando se leva em conta o impacto que variações das taxas de câmbio possam ter na corrente de comércio do Brasil.

Também se julgou importante que fossem testados diferentes métodos econométricos nos painéis estudados, como forma de dar maior robustez às conclusões estatísticas a serem apresentadas ao final do trabalho.

## 5 – BANCOS DE DADOS, MODELOS EMPÍRICOS E MÉTODOS ECONOMÉTRICOS

Este capítulo descreverá detalhadamente os dados em painel utilizados neste trabalho, em ambos os experimentos empíricos realizados. A partir daí, serão explicados os modelos empíricos utilizados nestes experimentos e, em seguida, os métodos econométricos testados.

### 5.1 – Bancos de dados

Inicialmente, foram coletados os dados básicos da equação de gravidade do comércio internacional para o arranjo  $N \times 1$ , conforme explicado na introdução do trabalho. Os dados coletados para 106 países, no período de 1993 a 2011, foram:

- valores anuais da corrente de comércio do Brasil com seus parceiros comerciais, em US\$ FOB correntes, no sistema “AliceWeb2”, do sítio do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC);
- valores do Produto Interno Bruto dos países parceiros do Brasil, em US\$ correntes, do sítio da *United Nations Statistics Division* ([unstats.un.org](http://unstats.un.org));
- distância entre o Brasil e seus parceiros comerciais, em km, considerando-se a distância entre os aeroportos de suas capitais, do sítio: [www.world-airport-codes.com/](http://www.world-airport-codes.com/). Estas distâncias entre aeroportos foram utilizadas como *proxies* apesar de que grande parte do volume de comércio internacional brasileiro é marítimo.

Posteriormente, foram coletadas as seguintes *dummies*, para os mesmos 106 países da amostra:

- a) 4 (quatro) *dummies* para as seguintes línguas oficiais dos parceiros comerciais: português, espanhol, inglês e francês. Ressalta-se que basta que a língua seja uma das oficiais do país para que receba o valor igual a 1; do contrário, recebe o valor igual a 0;

b) 2 (duas) *dummies* para importantes acordos comerciais brasileiros: Mercosul, cujos países membros plenos até 2011 foram Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai; e ALADI (Associação Latino-Americana de Integração), cujos membros são Brasil, Argentina, Bolívia, Chile, Colômbia, Cuba, Equador, México, Panamá, Paraguai, Peru, Uruguai e Venezuela;

c) 1 (uma) *dummy* para o bloco econômico dos BRICS, formado por Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul;

d) 1 (uma *dummy*) para o Acordo de Livre Comércio da América do Norte (NAFTA), formado por Estados Unidos, Canadá e México;

e) 1 (uma) *dummy* para o conjunto de países dos blocos econômicos dos Tigres Asiáticos (Hong Kong, Cingapura, Coreia do Sul e Taiwan) e dos “Novos tigres asiáticos” (Filipinas, Indonésia, Malásia, Tailândia e Vietnã);

f) 1 (uma) *dummy* para o conjunto de países da América do Sul, para seja verificado o efeito-fronteira (*McCallum Puzzle*);

g) 1 (uma) *dummy* para o G20, grupo dos vinte países mais ricos, do qual o Brasil faz parte;

h) 1 (uma) *dummy* para o G8, grupo de oito países ricos, do qual o Brasil não faz parte; e

i) 1 (uma) *dummy* para o grupo de países que ainda são metrópoles das últimas 61 (sessenta e uma) colônias no mundo. Esses países são: Austrália, Dinamarca, EUA, França, Holanda, Noruega, Nova Zelândia e Reino Unido. A hipótese a ser testada é se estas oito metrópoles concentram parte significativa de seu comércio nesses 61 países a ponto de atrapalhar a expansão de suas relações com o Brasil.

Os três objetivos principais dos testes das variáveis *dummies* serão:

i) entender quais delas são significantes para o modelo de corrente de comércio brasileiro;

ii) verificar, dentre as variáveis *dummies* significantes, quais os sinais de seus coeficientes no modelo e possíveis justificativas;

iii) se possível, chegar a um modelo que otimize o nível de poder de explicação ( $R^2$ ) da corrente de comércio brasileira, utilizando-se baixa quantidade de *dummies* explicativas.

**Tabela 6: Dados extraídos do painel, para o ano de 2011**

País	Exportações para o Brasil	Importações do Brasil	Corrente de comércio com o Brasil	PIB anual	Distância do Brasil (em km)	Corrente de Comércio/PIB
Antilhas Holandesas	1.072,6	561,8	1.634,4	4.138,2	4.103,9	39,5
Bolívia	1.511,5	2.863,4	4.374,9	23.948,7	2.167,9	18,3
Paraguai	2.968,6	715,9	3.684,5	22.890,1	1.440,4	16,1
Ilhas Cayman	406,6	0,3	406,9	3.268,1	5.341,4	12,5
Argentina	22.709,3	16.906,4	39.615,7	448.165,3	2.321,3	8,8
Uruguai	2.174,6	1.753,5	3.928,1	46.709,8	2.252,2	8,4
Gâmbia	100,7	0,4	101,1	1.224,6	4.720,3	8,3
Trinidad e Tobago	727,4	321,0	1.048,4	21.907,2	3.309,6	4,8
Togo	160,5	6,8	167,3	3.694,6	5.941,4	4,5
Chile	5.418,1	4.547,0	9.965,0	248.592,1	3.007,4	4,0
Nigéria	1.192,1	8.386,6	9.578,7	245.228,9	6.675,0	3,9
Mauritânia	160,3	0,0	160,3	4.442,6	5.138,6	3,6
Bahrein	691,1	15,9	707,1	25.825,3	11.615,9	2,7
Congo	287,0	21,4	308,4	13.240,1	7.018,3	2,3
Peru	2.262,9	1.374,3	3.637,2	180.463,7	3.165,2	2,0
Marrocos	811,2	1.195,9	2.007,1	100.256,9	6.930,9	2,0
Islândia	270,0	10,1	280,0	14.025,7	9.116,3	2,0
Holanda	13.639,7	2.267,3	15.907,0	836.823,0	9.093,0	1,9
Venezuela	4.591,8	1.266,4	5.858,2	315.893,0	3.603,9	1,9
Costa Rica	307,4	445,4	752,7	41.007,0	4.916,9	1,8
Cabo Verde	32,3	0,0	32,3	1.888,6	4.530,7	1,7
Senegal	239,5	1,4	240,9	14.447,9	4.760,4	1,7
Nicarágua	120,0	1,3	121,3	7.297,5	5.228,9	1,7
Suriname	73,2	0,4	73,6	4.610,4	2.490,4	1,6
Equador	933,2	95,2	1.028,4	66.381,3	3.769,5	1,5
Angola	1.073,7	438,1	1.511,8	104.331,7	6.674,7	1,4
Panamá	418,7	20,5	439,2	30.676,8	4.439,2	1,4
Haiti	93,9	0,5	94,4	6.731,5	4.653,2	1,4
Cingapura	2.786,5	826,9	3.613,3	259.849,8	16.554,3	1,4
Guiana	35,7	0,1	35,7	2.576,6	2.723,4	1,4
Malásia	1.618,9	2.287,5	3.906,4	287.934,4	16.400,8	1,4
Coreia	4.693,9	10.097,4	14.791,2	1.116.247,4	17.548,5	1,3
Hong Kong	2.176,3	999,3	3.175,6	243.301,8	18.018,7	1,3
Egito	2.624,0	344,7	2.968,8	231.222,0	9.896,7	1,3
Guiné	68,1	0,0	68,1	5.558,3	4.713,8	1,2
Portugal	2.054,9	835,7	2.890,6	237.586,4	7.273,9	1,2
Omã	831,8	42,2	874,0	72.679,7	12.328,2	1,2
Colômbia	2.577,4	1.383,8	3.961,2	333.184,8	3.677,5	1,2
Jamaica	174,0	1,2	175,3	14.746,0	4.899,2	1,2
Rep. Dem. do Congo	81,5	107,1	188,5	16.069,2	7.034,8	1,2
Vietnã	794,0	646,9	1.440,9	123.600,1	17.225,9	1,2
Tailândia	1.818,1	2.399,3	4.217,4	369.708,6	16.656,1	1,1
Gana	419,3	27,6	446,9	39.199,7	5.772,6	1,1
Bélgica	3.959,7	1.851,4	5.811,1	514.122,1	8.978,8	1,1
Arábia Saudita	3.476,4	3.093,0	6.569,4	597.086,0	11.199,5	1,1
China	44.314,6	32.790,6	77.105,2	7.203.783,7	16.953,1	1,1
Tunísia	376,5	104,4	480,9	46.332,2	8.436,5	1,0
Iêmen	307,6	0,0	307,7	31.492,5	10.699,8	1,0
Bangladesh	877,4	156,5	1.034,0	106.199,5	15.594,1	1,0
Cuba	550,2	91,8	641,9	68.714,9	5.708,3	0,9
República Dominicana	422,0	19,7	441,6	55.433,3	4.480,5	0,8
México	3.959,7	5.130,9	9.090,7	1.155.205,5	6.826,3	0,8
Emirados Árabes	2.169,2	479,5	2.648,7	338.689,9	11.978,1	0,8
Libano	303,3	2,0	305,3	39.038,6	10.389,3	0,8
El Salvador	165,9	6,4	172,3	23.054,1	5.568,3	0,8
Quênia	251,4	0,8	252,2	34.058,7	9.426,1	0,7
Suíça	1.646,9	2.835,2	4.482,1	660.761,6	8.881,4	0,7
Alemanha	9.039,1	15.213,7	24.252,8	3.604.060,7	9.582,6	0,7
Moçambique	81,2	4,1	85,3	12.823,3	8.327,8	0,7
Jordânia	189,4	1,7	191,0	28.840,1	10.368,3	0,7
Ucrânia	425,0	665,7	1.090,8	165.245,0	10.807,7	0,7
Síria	366,2	44,6	410,9	64.272,5	10.468,0	0,6
África do Sul	1.680,6	911,9	2.592,6	408.236,8	6.894,6	0,6
Honduras	96,6	8,2	104,8	17.446,7	5.445,2	0,6
Guatemala	251,2	23,8	274,9	46.898,3	5.770,9	0,6
Israel	498,5	904,5	1.403,0	242.920,0	10.277,3	0,6
Finlândia	742,4	736,8	1.479,2	263.246,8	10.614,0	0,6
Espanha	4.674,7	3.299,0	7.973,7	1.478.205,6	7.741,8	0,5
Camarões	137,8	4,1	141,9	26.410,5	6.715,5	0,5
Itália	5.440,9	6.223,3	11.664,2	2.195.937,5	8.877,1	0,5
Bulgária	202,9	79,8	282,6	53.514,1	9.736,6	0,5
Suécia	543,4	2.167,7	2.711,1	539.387,2	10.212,6	0,5
Índia	3.200,7	6.081,0	9.281,7	1.897.607,7	14.239,9	0,5
Áustria	422,5	1.475,3	1.897,9	418.030,5	9.527,4	0,5
Irã	2.332,2	35,2	2.367,5	521.834,9	11.829,1	0,5
Indonésia	1.718,2	1.919,8	3.638,0	846.833,9	16.320,9	0,4
Irlanda	303,0	645,0	948,0	221.021,5	8.646,0	0,4
EUA	25.804,6	33.970,3	59.774,9	14.991.300,0	6.802,4	0,4
Porto Rico	137,7	262,6	400,3	101.495,8	4.281,1	0,4
Filipinas	576,4	298,0	874,4	224.753,6	18.837,0	0,4
Rússia	4.216,3	2.944,3	7.160,5	1.857.769,9	11.173,1	0,4
Canadá	3.129,5	3.556,4	6.686,0	1.736.868,8	7.332,7	0,4
Romênia	474,5	210,2	684,8	189.775,7	10.018,1	0,4
Zimbábue	11,0	20,9	31,9	8.865,4	8.352,7	0,4
Noruega	944,0	800,4	1.744,4	485.416,2	9.933,1	0,4
Reino Unido	5.202,4	3.376,3	8.578,7	2.429.184,1	8.750,7	0,4
França	4.319,0	5.465,3	9.784,4	2.775.517,5	8.737,5	0,4
Dinamarca	408,1	732,9	1.140,9	332.019,0	9.727,9	0,3
Catar	337,0	238,4	575,4	173.319,6	11.687,1	0,3
Libia	101,9	0,7	102,6	31.373,4	8.427,2	0,3
Turquia	1.459,9	917,3	2.377,2	774.983,4	10.383,9	0,3
Hungria	134,5	282,9	417,3	138.713,9	9.669,2	0,3
Japão	9.473,1	7.872,5	17.345,6	5.870.357,0	17.695,4	0,3
República Tcheca	63,4	547,8	611,2	217.076,6	9.493,4	0,3
Tanzânia	66,1	0,0	66,1	23.615,5	9.504,2	0,3
Madagascar	21,9	1,0	22,9	9.843,9	10.006,0	0,2
Namíbia	24,4	1,3	25,6	12.641,1	6.866,3	0,2
Polónia	481,5	466,3	947,8	514.115,2	10.015,3	0,2
Austrália	803,8	1.958,4	2.762,2	1.515.467,5	14.061,4	0,2
Sri Lanka	45,8	29,9	75,7	59.174,7	14.275,0	0,1
Paquistão	177,4	79,8	257,2	208.860,3	13.240,3	0,1
Grécia	191,4	103,2	294,6	299.001,3	9.565,2	0,1
Nova Zelândia	87,6	47,2	134,8	162.782,6	12.645,3	0,1
Zâmbia	9,0	1,9	10,9	19.218,7	7.807,9	0,1
Uganda	8,9	0,4	9,3	19.270,8	8.987,1	0,05
Ruanda	1,7	0,0	1,7	6.377,2	8.679,6	0,03
<b>TOTAL</b>	<b>241.042,6</b>	<b>214.410,6</b>	<b>455.453,2</b>	<b>65.307.480,4</b>		



Os dados foram coletados para cento e seis (N=106) parceiros comerciais do Brasil, no período de 1993 até 2011. A escolha de apenas dezenove anos (t=19) se deve à dificuldade de se conseguir dados de produto interno bruto, anteriores a este período, para esta quantidade de países selecionados, visto que no início da década de 1990 houve grande mudança na configuração geopolítica global, por exemplo, a reunificação da Alemanha e o fim da União Soviética. Com relação à corrente de comércio, o MDIC disponibiliza dados desde 1989. Uma vez que o número de países (N) é muito superior ao período (t) amostral, a escolha de utilizar dados do período a partir de 1993 não significou uma perda significativa de dados; pelo contrário, esta decisão ajudou a agregar muitos países à amostra: 106 países que totalizaram 94,4% da corrente de comércio do Brasil em 2011, e que totalizaram 93,7% do PIB mundial no mesmo ano.

Conforme mencionado no capítulo anterior, foi realizado um segundo experimento, com o objetivo de verificar o impacto das variações de taxas de câmbio dos países sobre a corrente de comércio brasileira. Tais taxas levam em consideração a paridade do poder de compra (PPP, na sigla em inglês) de cada país da amostra. Ao agregar estas informações ao banco de dados do primeiro experimento, com a finalidade de montar um segundo painel, tivemos como resultado um banco de dados com 32 países. A Tabela 7 mostra as taxas de câmbio médias anuais, com paridade de poder de compra<sup>6</sup>, na forma de índice log-linearizado, com base 100 em 1992. Os dados foram extraídos do sítio da *OECD Stat* (<http://stats.oecd.org/>). No painel, o dólar dos EUA se mantém com o mesmo valor (ln 100) ao longo do tempo, enquanto as demais moedas sofrem oscilações cambiais e de poder de compra.

---

<sup>6</sup> Refere-se às taxas de conversão de moeda que equalizam o poder de compra de diferentes países, ao eliminar diferenças nos níveis de preços entre países.

**Tabela 7: Taxas de câmbio com paridade de poder de compra, em índice (base 100 = 1992), depois de transformadas em log natural**

Transaction	Purchasing Power Parities for GDP					
Measure	National currency per US dollar					
Frequency	Annual					
Time	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<b>Country</b>						
<u>Australia</u>	4,6658438	4,6799912	4,7159211	4,6908243	4,7340505	4,7373117
<u>Austria</u>	4,5204548	4,5351014	4,5168416	4,5032752	4,5037428	4,4901257
<u>Belgium</u>	4,5769839	4,5832175	4,5672321	4,5458358	4,5447176	4,5268843
<u>Canada</u>	4,581457	4,5866588	4,6049408	4,5789061	4,595893	4,6093976
<u>Chile</u>	i 5,0342452	5,044358	5,0919219	5,1247342	5,1169004	5,0971793
<u>Czech Republic</u>	5,1686714	5,1639537	5,1856188	5,1560779	5,1636493	5,1283401
<u>Denmark</u>	4,5540321	4,5448813	4,5166282	4,490217	4,483892	4,4754822
<u>Finland</u>	4,5657606	4,5577733	4,5321856	4,512456	4,5247316	4,5205982
<u>France</u>	4,482046	4,4730859	4,4601422	4,4318821	4,4308501	4,416564
<u>Germany</u>	4,4376439	4,4313613	4,4074108	4,4005609	4,3884214	4,3658212
<u>Greece</u>	5,0698043	5,0991313	5,0734516	5,0646398	5,0744162	5,0622181
<u>Hungary</u>	5,8793277	5,903101	5,8876666	5,8535023	5,8564133	5,8419877
<u>Iceland</u>	4,9935345	5,0491948	5,0858102	5,1445346	5,2015541	5,2146174
<u>Ireland</u>	4,8131309	4,7885136	4,7804305	4,7120956	4,6592836	4,6404648
<u>Israel</u>	5,1793521	5,1509346	5,1891931	5,2164525	5,2165475	5,2090501
<u>Italy</u>	4,7130732	4,6950338	4,6591884	4,6432474	4,6481183	4,6329372
<u>Japan</u>	4,2028128	4,1672691	4,1381659	4,1260934	4,0921788	4,0543762
<u>Korea</u>	4,8368718	4,831269	4,8525646	4,8979635	4,9214354	4,9365836
<u>Mexico</u>	5,9271559	5,9554529	5,9682039	5,9648595	5,9921747	5,9950809
<u>Netherlands</u>	4,5406264	4,5301478	4,5115208	4,5066401	4,5198476	4,4988142
<u>New Zealand</u>	4,611929	4,6274279	4,6159679	4,5946879	4,6239388	4,6127468
<u>Norway</u>	4,5341618	4,5458083	4,5422391	4,5614766	4,5715725	4,5671151
<u>Poland</u>	5,8169922	5,818336	5,8247383	5,8252427	5,8048741	5,8067622
<u>Portugal</u>	4,7319016	4,7308205	4,7137244	4,6850439	4,6868339	4,6798351
<u>Spain</u>	4,7037157	4,6958189	4,6834548	4,6646983	4,6794944	4,6628474
<u>Sweden</u>	4,5904102	4,5702459	4,556726	4,5690004	4,5815837	4,5620219
<u>Switzerland</u>	4,4018037	4,3683031	4,3342879	4,310966	4,3084818	4,2625223
<u>Turkey</u>	9,950449	9,9720289	10,000674	10,021349	10,055825	10,103986
<u>United Kingdom</u>	4,5693473	4,6005976	4,6082051	4,612175	4,6682592	4,6783721
<u>United States</u>	4,6051702	4,6051702	4,6051702	4,6051702	4,6051702	4,6051702
<u>China</u>	5,0301817	5,0748717	5,1280867	5,1133851	5,1680404	5,2178707
<u>South Africa</u>	5,4052506	5,4543635	5,5095117	5,5804663	5,6367338	5,6743461

Fonte: OECD Stat / Elaboração própria

## 5.2 – Modelo Empírico com base na Equação de Gravidade do Comércio Internacional

Conforme utilizado pela grande maioria dos autores de trabalhos sobre a equação de gravidade aplicada ao comércio internacional, o modelo empírico deste trabalho será log-linearizado. Não será necessário tratar valores de corrente de comércio iguais a 0 (zero), conforme alertado por Santos Silva e Tenreyro (2006)<sup>7</sup>, pois todas as observações têm correntes de comércio positivas, ou seja, a soma da exportação com a importação é sempre positiva para cada país, a cada ano, na amostra utilizada.

Com um total de 13 (treze) variáveis binárias, a seguinte equação empírica foi utilizada no primeiro experimento:

$$\ln(TF_{ij}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(GDP_i \cdot GDP_j) + \beta_2 \ln(D_{ij}) + \delta \text{ dummies} + u$$

onde:  $TF_{ij}$ : corrente de comércio entre Brasil e seus parceiros comerciais,  $GDP_i$ : Produto Interno Bruto do Brasil,  $GDP_j$ : Produto Interno Bruto dos parceiros comerciais do Brasil,  $D_{ij}$ : distância entre o Brasil e os parceiros comerciais, as *dummies* representando as treze variáveis binárias utilizadas no estudo e  $u$ : termo de erro.

As variáveis do modelo empírico foram descritas na seção 5.1, no que se refere às unidades de medidas e às fontes dos dados.

Para o segundo experimento, o modelo utilizado foi a tradicional equação de gravidade aplicada ao comércio internacional, com a adição da variável explicativa taxa de câmbio com paridade de poder de compra, conforme explicado ao final da seção 5.1.

O modelo empírico do segundo experimento foi o seguinte:

$$\ln(TF_{ij}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(GDP_i \cdot GDP_j) + \beta_2 \ln(D_{ij}) + \beta_3 \ln(FXPPP_j) + u$$

---

<sup>7</sup> Os autores descrevem forma amplamente aceita para tratar os valores nulos de corrente de comércio, mas em geral, poucos autores parecem se preocupar em mencionar tal assunto.

onde:  $TF_{ij}$ : corrente de comércio entre Brasil e seus parceiros comerciais,  $GDP_i$ : Produto Interno Bruto do Brasil,  $GDP_j$ : Produto Interno Bruto dos parceiros comerciais do Brasil,  $D_{ij}$ : distância entre o Brasil e os parceiros comerciais,  $FXPPP_j$ : taxa de câmbio com paridade de poder de compra.

Não foram utilizadas *dummies* neste experimento, tendo em vista que a redução de 106 para 32 países, conforme dados disponíveis pela OCDE, impediria uma correta realização de testes para as variáveis binárias. Por exemplo, os países do Mercosul deixaram de constar na amostra, assim como a quantidade de países tornou-se insuficiente para testar os idiomas, blocos econômicos ou o efeito-fronteira.

### 5.3 – Métodos Econométricos a serem utilizados

Após feitas as explicações referentes às características das amostras e dos modelos, os métodos escolhidos para serem comparados foram:

- Mínimos Quadrados Ordinários empilhados (POLS: *Pooled Ordinary Least Squares*);
- Mínimos Quadrados Variáveis Dummy (LSDV: *Least Squares Dummy Variables*); e
- Efeitos Aleatórios (RE: *Random Effects*).

O primeiro método, *Pooled OLS*, tem sido utilizado por diversos autores desde o início dos estudos empíricos sobre a equação de gravidade do comércio internacional, por exemplo, Tinbergen (1962) e Linnemann (1966), dentre os pioneiros, e Rose (2000) e McCallum (2005), dentre os mais recentes. Portanto, não seria justo abandonar o método. Ainda que não seja o método mais bem aceito entre econométricos da atualidade, será utilizado para prover uma possibilidade adicional de comparação dos métodos.

O segundo método a ser aplicado, *LSDV*, utilizará uma variável *dummy* de tempo para cada ano. O banco de dados tem observações no período de

1993 a 2011 e, portanto, conforme reza o método *LSDV*, utilizaremos uma variável de tempo a menos, de forma que as variáveis binárias de tempo irão de 1994 a 2011.

Com respeito ao terceiro método utilizado, *Random Effects*, a ideia é verificar se o modelo empírico é explicado por efeitos aleatórios. O método *within* é chamado por muitos econométristas simplesmente de *RE*, que é o termo mais genérico e que engloba todos os métodos de efeitos aleatórios.

## 6 – SIMULAÇÕES DO PRIMEIRO EXPERIMENTO

Neste capítulo, os métodos econométricos utilizados nas simulações do primeiro experimento estarão separados em diferentes seções. O primeiro experimento consiste na análise da aplicabilidade da equação de gravidade do comércio internacional ao caso brasileiro e, em seguida, nos testes das variáveis binárias descritas no capítulo anterior.

### 6.1 – Simulação pelo método *Pooled Ordinary Least Squares* (POLS)

O experimento empírico pelo método *Pooled OLS* se dividiu em duas partes. Primeiro, foi realizado o experimento empírico com as variáveis básicas da equação de gravidade, conforme mostrado no Modelo 1 da Tabela 8.

Ficou evidente que é possível aplicar a consagrada equação de gravidade do comércio internacional ao caso brasileiro pelo método *POLS*: as estimações econométricas mostraram que o modelo simplificado da equação de gravidade tem grande poder de explicação para o caso brasileiro. O  $R^2$  da regressão robusta do Modelo 1 foi de 0,7799 e as variáveis dependentes se mostraram altamente significantes, ao nível de 1%. Como esperado, os Produtos Internos Brutos são diretamente relacionados com o fluxo de comércio, enquanto as distâncias entre os países e o Brasil são inversamente relacionadas com a variável dependente.

A partir do resultado do Modelo 1, foram testados diversos modelos com diferentes composições de variáveis dependentes, pelo método *Pooled OLS*, sendo que apenas as variáveis *dummies* se alternaram, mantendo-se sempre a equação tradicional como base.

**Tabela 8: Simulação pelo método POLS**

Variável explicada: lcorr	Método utilizado: POLS (Pooled Ordinary Least Squares)							
Variáveis explicativas	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6	Modelo 7	Modelo 8
lpib	0,983553***	0,9633188***	0,9428755***	0,9380847***	0,9672476***	0,9624166***	0,937573***	0,9367781***
ldist	-1,348451***	-1,111221***	-0,9152363***	-0,9204503***	-1,373545***	-1,319999***	-1,023064***	-0,9883461***
portug	-	-	-	-	0,0972198	-	-	-
espanhol	-	-	-	-	-0,104945	-	-	-
ingles	-	-	-	-	-0,4491358***	-0,4367766***	-0,3766539***	-0,3769694***
frances	-	-	-	-	-0,7247679***	-0,7043745***	-0,6202586***	-0,6085784***
mercosul	-	1,465956***	1,229474***	1,223461***	-	-	1,154388***	1,123175***
aladi	-	-	0,5545196***	0,5630932***	-	-	0,2702341***	0,1953006**
brics	-	-	-	0,2735314***	-	-	-	-
amsul	-	-	-	-	-	-	-	0,1622237
g20	-	-	-	-	-	-	-	-
g8	-	-	-	-	-	-	-	-
nafta	-	-	-	-	-	-	-	-
tigres	-	-	-	-	-	-	-	-
metrop	-	-	-	-	-	-	-	-
intercepto	-19,89941***	-21,00926***	-21,75386***	-21,46869***	-18,60083***	-18,85027***	-20,30236***	-20,58044***
R <sup>2</sup>	0,7799	0,7889	0,7922	0,7927	0,7971	0,7968	0,8041	0,8042
n	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010

Obs.: \* nível de 10% de significância; \*\* nível de 5% de significância; \*\*\* nível de 1% de significância.

**Tabela 8 (Continuação): Simulação pelo método POLS**

Variável explicada: lcorr	Método utilizado: POLS (Pooled Ordinary Least Squares)						
Variáveis explicativas	Modelo 9	Modelo 10	Modelo 11	Modelo 12	Modelo 13	Modelo 14	Modelo 15
lpib	0,9194857***	0,9361356***	0,9381791***	0,9579174***	0,9583967***	0,9614119***	0,9608259***
ldist	-1,022906***	-1,020394***	-1,024062***	-1,419108***	-1,424622***	-1,42318***	-1,723867***
portug	-	-	-	-	-	-	-
espanhol	-	-	-	-	-	-	-0,5460916***
ingles	-0,3914974***	-0,3774214***	-0,3749545***	-0,480542***	-0,4821937***	-0,4743445***	-0,5729637***
frances	-0,6356204***	-0,6226132***	-0,6183499***	-0,6804129***	-0,6822322***	-0,6788683***	-0,7917476***
mercosul	1,106124***	1,155423***	1,15158***	0,8995265***	0,9038825***	0,9029227***	0,8258322***
aladi	0,2784323***	0,2738264***	0,2720439***	0,0136151	-	-	0,5133645***
brics	-	-	-	-	-	-	0,5497364***
amsul	-	-	-	-	-	-	-0,3873647***
g20	0,1748981***	-	-	-	-	-	-
g8	-	0,0194012	-	-	-	-	-
nafta	-	-	-0,0221167	-	-	-	-
tigres	-	-	-	1,119439***	1,122005***	1,110846***	1,293505***
metrop	-	-	-	-	-	-0,0708905	-
intercepto	-19,38471***	-20,25276***	-20,32519***	-17,84259***	-17,81636***	-17,98255***	-15,17557***
R <sup>2</sup>	0,8046	0,8041	0,8041	0,8187	0,8186	0,8187	0,8238
n	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010

Obs.: \* nível de 10% de significância; \*\* nível de 5% de significância; \*\*\* nível de 1% de significância.

Nos Modelos 2 a 4, foram testadas as *dummies* de acordos comerciais (*Mercosul* e *ALADI*) e a variável *Brics*, do bloco econômico de mesmo nome. As duas primeiras mostraram-se significantes e com coeficientes positivos, ou seja, indicando que os acordos comerciais do Mercosul e do ALADI impactam positivamente a corrente de comércio brasileira. Já a variável *brics*, apesar de significativa e com coeficiente positivo, não elevou muito o  $R^2$  em comparação ao modelo anterior. Sendo assim, o Modelo 3, com  $R^2$  de 0,7922 passaria a ser utilizado como base para as próximas modelagens.

Paralelamente, no Modelo 5, foram testadas as variáveis *dummies* de línguas oficiais junto ao modelo básico (Modelo 1), trazendo significância (ao nível de 1%) apenas para inglês e francês. O português e o espanhol não obtiveram significância no modelo. Para as línguas significantes, os coeficientes mostraram impacto negativo sobre a corrente de comércio. No Modelo 6, constaram apenas as variáveis binárias significativas do Modelo 5 (inglês e francês), e obteve-se  $R^2$  igual a 0,7968.

O Modelo 7 teve o objetivo de testar a união das variáveis binárias significativas e com maior poder de explicação obtidas nos Modelos 3 e 6: inglês, francês, Mercosul e ALADI. Estas variáveis permaneceram altamente significantes no Modelo 7, e o  $R^2$  atingiu 0,8041. Portanto, o Modelo 7 era, até o momento, o modelo que melhor explicava a corrente de comércio brasileira, com um número reduzido de *dummies*.

O efeito-fronteira (batizado de “*Border Puzzle*”, por McCallum) entre o Brasil e seus vizinhos na América do Sul foi testado no Modelo 8, onde a *dummy* da América do Sul foi utilizada. O resultado foi curioso, pois mostrou que a vizinhança fronteira do Brasil não configura uma variável significativa para a corrente de comércio do país. Por outro lado, ressalta-se que a variável binária do Mercosul, formado por países vizinhos, porém sob o acordo de Mercado Comum do Sul, mostrou grande significância do início ao fim do experimento empírico.



Nos Modelos 9 e 10, foram testadas, respectivamente, as variáveis *dummy* para os grupos G20 e G8. Apesar do G20 apresentar significância ao nível de 1%, praticamente não aumentou o  $R^2$  do modelo anterior. A variável binária do G8, por sua vez, mostrou-se pouco significativa para o modelo. O mesmo ocorreu para o Nafta, no Modelo 11, que retornou um sinal negativo para o bloco econômico, mas não apresentou significância.

Foram testados os impactos dos tigres asiáticos e “novos tigres” nos Modelos 12 e 13, constatando alta significância da variável *tigres*, além de aumentar o  $R^2$  em relação ao Modelo 7 de 0,8041 para 0,8186. O coeficiente positivo desta *dummy* representa um impacto importante das relações comerciais brasileiras com este bloco econômico. A variável *ALADI*, que já havia apresentado grau de significância menos expressivo em um dos modelos anteriores, passou a não mais explicar o modelo de corrente de comércio brasileiro, após a inclusão (bem sucedida) da variável binária dos tigres asiáticos.

No Modelo 14, foi testada a variável *metrop*, que mede o impacto das últimas metrópoles existentes no mundo. Esta *dummy* não se mostrou significativa. Seu coeficiente, no entanto, confirmou a expectativa de que essas metrópoles teriam impacto negativo na corrente de comércio brasileira, pois provavelmente concentram parte importante de suas atenções em suas colônias. Intuitivamente, faz sentido que esta variável não seja significativa, uma vez que os volumes de comércio com as colônias sejam, nos dias atuais, menos relevantes em termos financeiros para as metrópoles do que no passado.

Sendo assim, o resultado que combinou baixo número de variável *dummies* com um alto  $R^2$  foi o Modelo 13, que necessitou de apenas 4 (quatro) variáveis binárias e apresentou  $R^2$  de 0,8186.

Para fins didáticos, de forma a evidenciar que o Modelo 13 otimiza, de fato, o melhor poder de explicação sujeito a um número reduzido de variáveis

independentes, foi realizada uma regressão POLS utilizando-se todas as variáveis explicativas anteriormente trabalhadas e, após exclusão de variáveis de baixa significância, o Modelo 15 mostrou poder de explicação apenas um pouco superior ( $R^2 = 0,8238$ ), porém com o total de 8 (oito) variáveis *dummies*.

Finalmente, é importante verificar que, ainda que o modelo de gravidade seja bastante aceito em experimentos empíricos de economia internacional, julgou-se interessante realizar teste para descartar a possibilidade de existência de problemas de endogeneidade<sup>8</sup>.

## **6.2 – Simulação pelo método Least Squares Dummy Variable (LSDV)**

Na simulação pelo método LSDV, o experimento empírico também se dividiu em duas partes. Na primeira parte, mais uma vez foram testadas as variáveis básicas da equação de gravidade, cujos resultados podem ser vistos no Modelo 1 da Tabela 9.

---

<sup>8</sup> Segundo Wooldridge (2012, p.685), as três fontes tradicionais de endogeneidade em economia aplicada são: variáveis omitidas, erro de mensuração e simultaneidade. Não foram detectados problemas de endogeneidade no modelo. O teste consistiu em realizar uma regressão do resíduo (obtido na regressão do modelo testado) sobre as variáveis explicativas. Como resultado, o  $R^2$  obtido foi de 100%, o que confirmou a exogeneidade do modelo.

**Tabela 9: Simulação pelo método LSDV**

Variável explicada: lcorr	Método utilizado: LSDV (Least Squares Dummy Variable)							
Variáveis explicativas	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6	Modelo 7	Modelo 8
lpib	1,041416***	1,018704***	0,9994127***	0,9955597***	1,027958***	1,001381***	0,9997836***	0,9997692***
ldist	-1,445378***	-1,223591***	-1,068137***	-1,069082***	-1,51638***	-1,264758***	-1,282668***	-1,282254***
portug	-	-	-	-	0,1573015*	0,2222975**	-	-
espanhol	-	-	-	-	-0,2008164***	-0,3691352***	-0,3960095***	-0,3957398***
ingles	-	-	-	-	-0,4434775***	-0,3979723***	-0,415597***	-0,415574***
frances	-	-	-	-	-0,7003444***	-0,6448976***	-0,6655779***	-0,6654241***
mercosul	-	1,324734***	1,15666***	1,154002***	-	1,025858***	1,01301***	1,012763***
aladi	-	-	0,4174498***	0,4248908***	-	0,3968243***	0,3899595***	0,3890784***
brics	-	-	-	0,1710976***	-	-	-	-
amsul	-	-	-	-	-	-	-	0,0015506
g20	-	-	-	-	-	-	-	-
g8	-	-	-	-	-	-	-	-
nafta	-	-	-	-	-	-	-	-
tigres	-	-	-	-	-	-	-	-
metrop	-	-	-	-	-	-	-	-
intercepto	-21,48324***	-22,35333***	-22,80849***	-22,61185***	-19,92644***	-20,893***	-20,63182***	-20,63492***
R <sup>2</sup>	0,7976	0,8049	0,8067	0,8069	0,8136	0,8203	0,8200	0,8200
n	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010

Obs.: \* nível de 10% de significância; \*\* nível de 5% de significância; \*\*\* nível de 1% de significância.

**Tabela 9 (Continuação): Simulação pelo método LSDV**

Variável explicada: lcorr	Método utilizado: LSDV (Least Squares Dummy Variable)							
Variáveis explicativas	Modelo 9	Modelo 10	Modelo 11	Modelo 12	Modelo 13	Modelo 14	Modelo 15	Modelo 16
lpib	1,014182***	1,039085***	1,042407***	1,060325***	1,065516***	1,080538***	1,090266***	1,036187***
ldist	-1,295283***	-1,375708***	-1,38101***	-1,845348***	-1,875697***	-1,892015***	-2,05378***	-1,818847***
portug	-	-	-	-	-	-	0,1137509	-
espanhol	-0,4106177***	-0,4483789***	-0,4463961***	-0,5797962***	-0,5288735***	-0,5584155***	-0,6914915***	-0,4720107***
ingles	-0,4080344***	-0,4048508***	-0,3928856***	-0,5358007***	-0,5419628***	-0,5158424***	-0,5272836***	-0,5546527***
frances	-0,6575658***	-0,6222982***	-0,6105494***	-0,7203951***	-0,722987***	-0,7180737***	-0,7411688***	-0,7599615***
mercosul	1,03575***	0,9712769***	0,9509037***	0,6675383***	0,7078402***	0,6980086***	0,7454007***	0,7499623***
aladi	0,3867817***	0,3282787***	0,3438639***	0,1381955**	-	-	0,4367813***	-
brics	-	-	-	-	-	-	0,4683599***	-
amsul	-	-	-	-	-	-	-0,5329637***	-
g20	-0,1063477*	-	-	-	-	-	-0,1807891**	-
g8	-	-0,4029957***	-0,3764637***	-0,3007248***	-0,3178324***	-0,2928074***	-0,1742705**	-
nafta	-	-	-0,1670703**	-	-	-	-0,1435003*	-
tigres	-	-	-	1,230341***	1,24349***	1,209072***	1,339028***	1,267054***
metrop	-	-	-	-	-	-0,2936524***	-0,2321918***	-
intercepto	-21,23172***	-21,75253***	-21,87708***	-18,6386***	-18,62332***	-19,21767***	-18,23878***	-17,67433***
R <sup>2</sup>	0,8201	0,8213	0,8214	0,8384	0,8383	0,8392	0,8420	0,8375
n	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010

Obs.: \* nível de 10% de significância; \*\* nível de 5% de significância; \*\*\* nível de 1% de significância.

Por meio do método LSDV, foi igualmente possível aplicar a equação de gravidade do comércio internacional à economia brasileira: as estimações econométricas mostraram um poder de explicação ainda maior do que o do método POLS, no que tange ao modelo simplificado (Modelo 1). O  $R^2$  da regressão robusta do Modelo 1 foi de 0,7976 e as variáveis dependentes se mostraram altamente significantes, ao nível de 1%.

Conforme a proposta inicial, a segunda parte deste experimento consistiu em testar diversos modelos, com diferentes composições de variáveis dependentes, alternando que apenas as variáveis *dummies*, porém mantendo-se a equação tradicional como base.

Nos Modelos 2 a 4, foram testadas as *dummies* de acordos comerciais (*Mercosul* e *ALADI*) e a variável *Brics*, do bloco econômico de mesmo nome. As duas primeiras mostraram-se significantes e com coeficientes positivos, ou seja, indicando que os acordos comerciais do Mercosul e do ALADI impactam positivamente a corrente de comércio brasileira. Já a variável *brics*, apesar de significativa e com coeficiente positivo, não elevou muito o  $R^2$  em comparação ao modelo anterior. Sendo assim, o Modelo 3, com  $R^2$  de 0,8067, passaria a ser utilizado como base para as próximas modelagens.

Paralelamente, no Modelo 5, foram testadas as variáveis *dummies* de línguas oficiais junto ao modelo básico (Modelo 1), trazendo significância (ao nível de 1%) para o espanhol, o inglês e o francês. O português obteve significância ao nível de 10%, não sendo possível tirar conclusões a respeito do coeficiente positivo de tal variável. Para as demais línguas, os coeficientes mostraram impacto negativo sobre a corrente de comércio. Obteve-se  $R^2$  igual a 0,8136.

Os Modelos 6 e 7 tiveram o objetivo de testar a união das variáveis binárias significativas e com maior poder de explicação obtidas nos Modelos 3 e 5: português, espanhol, inglês, francês, Mercosul e ALADI. Estas variáveis

permaneceram altamente significantes no Modelo 6 e 7, que apresentaram  $R^2$ , respectivamente, de 0,8203 e de 0,8200.

Portanto, o Modelo 7 era, até o momento, o modelo que melhor explicava a corrente de comércio brasileira, com um número reduzido de *dummies*. Assim como no método POLS, a variável da língua portuguesa acabou por perder significância conforme avançamos nos testes econométricos.

O efeito-fronteira (batizado de “*Border Puzzle*”, por McCallum) entre o Brasil e seus vizinhos na América do Sul foi testado no Modelo 8, onde a *dummy* da América do Sul foi utilizada. O resultado encontrado pelo método POLS foi confirmado no método LSDV, pois também mostrou que a vizinhança fronteiriça do Brasil não configura uma variável significativa para a corrente de comércio do país. Conforme observado anteriormente, nota-se que a variável binária do Mercosul, apesar de também formada por países vizinhos, mas sob o acordo do Mercado Comum do Sul, mostrou grande significância do início ao fim do experimento empírico.

Nos Modelos 9 e 10, foram testadas, respectivamente, as variáveis *dummy* para os grupos G20 e G8. A variável G20 apresentou significância ao nível de 10%, e praticamente não aumentou o  $R^2$  do modelo anterior. A variável binária do G8, por outro lado, mostrou-se significativa ao nível de 1%, diferentemente do observado pelo método POLS, onde não foi significativa. Ambas os coeficientes apresentaram sinal negativo, indicando que o comércio com estes grupos de países está abaixo do ideal.

O NAFTA, desta vez, mostrou maior significância do que pelo método POLS, no Modelo 11. O bloco econômico apresentou coeficiente negativo, mas não apresentou significância e significância ao nível de 5%.

Foram testados os impactos dos tigres asiáticos nos Modelos 12 e 13, constatando alta significância da variável *tigres*, além de aumentar o  $R^2$  em relação ao Modelo 7 de 0,8200 para 0,8383. O coeficiente positivo desta

*dummy* representa um impacto importante das relações comerciais brasileiras com este bloco econômico. As variáveis *ALADI* e *NAFTA*, que já vinham reduzindo o grau de significância, passaram a não mais explicarem o modelo de corrente de comércio brasileiro, após a inclusão (bem sucedida) da variável binária dos tigres asiáticos.

No Modelo 14, foi testada a variável *metrop*, que mede o impacto das últimas metrópoles existentes no mundo. Assim como no método POLS, esta *dummy* não se mostrou significativa. Seu coeficiente, no entanto, mais uma vez confirmou a expectativa de que essas metrópoles teriam impacto negativo na corrente de comércio brasileira, pois provavelmente ainda concentram parte importante de suas atenções em suas colônias. Entretanto, conforme citado no exercício com o método anterior, intuitivamente faz sentido que esta variável não seja significativa, uma vez que os volumes de comércio com as colônias sejam, nos dias atuais, menos relevantes em termos financeiros para as metrópoles do que no passado.

Para fins didáticos, de forma a evidenciar que, até aquele momento, o Modelo 13 possuía o melhor poder de explicação, com menor foi realizada uma regressão LSDV utilizando-se todas as variáveis explicativas anteriormente trabalhadas, criando-se o Modelo 15.

Por fim, para o Modelo 16, foi feito um teste iterativo com o Modelo 13, onde foram retiradas variáveis menos significantes, e concluiu-se por excluir do modelo a variável G8, como alternativa. Sendo assim, o resultado que combinou baixo número de variável *dummies* com um alto  $R^2$  foi o Modelo 16, que necessitou de 5 (cinco) variáveis binárias e apresentou  $R^2$  de 0,8375.

Assim como no método POLS, foram realizados testes para descartar a possibilidade de existência de problemas de endogeneidade. Não foram detectados problemas de endogeneidade no modelo (vide nota de rodapé nº 7, na página 71).

### 6.3 – Simulação pelo método *Random Effects (RE)*

Na simulação pelo método *Random Effects*, novamente o experimento empírico se dividiu em duas partes: na primeira parte, foram testadas as variáveis básicas da equação de gravidade, cujos resultados podem ser vistos no Modelo 1 da Tabela 10.

Por meio do método RE, foi igualmente possível aplicar a equação de gravidade do comércio internacional à economia brasileira: as estimações econométricas mostraram um poder de explicação próximo ao encontrado pelo método POLS, no que tange ao modelo simplificado (Modelo 1). O  $R^2$  da regressão robusta por efeitos aleatórios do Modelo 1 foi de 0,7795 e as variáveis dependentes se mostraram altamente significantes, ao nível de 1%.

Do mesmo modo que nos dois métodos anteriores, a segunda parte deste experimento consistiu em testar diversos modelos, com diferentes composições de variáveis dependentes, alternando que apenas as variáveis *dummies*, porém mantendo-se a equação tradicional como base.

**Tabela 10: Simulação pelo método *Random Effects***

Variável explicada: lcorr	Método utilizado: RE (Random Effects)						
Variáveis explicativas	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6	Modelo 7
lpib	0,7606122***	0,7590636***	0,7561937***	0,7553295***	1,7576859***	0,7586167***	0,7574715***
ldist	-0,9751384***	-0,6969298***	-0,4102275**	-1,4477561**	-0,63919***	-0,7460803***	-0,5365168**
portug	-	-	-	-	0,2726355	-	-
espanhol	-	-	-	-	0,2224268	-	-
ingles	-	-	-	-	-0,3994684	-0,4530534*	-0,4205636
frances	-	-	-	-	-0,7072137*	-0,7803069**	-0,6918339*
mercosul	-	1,987309***	1,469995***	1,444378***	1,695438***	1,696323***	1,443986***
aladi	-	-	1,008104***	1,003536***	-	-	-
brics	-	-	-	0,6001469***	-	-	-
amsul	-	-	-	-	-	-	0,6147307*
g20	-	-	-	-	-	-	-
g8	-	-	-	-	-	-	-
nafta	-	-	-	-	-	-	-
tigres	-	-	-	-	-	-	-
metrop	-	-	-	-	-	-	-
intercepto	-11,62391***	-14,08903***	-16,60455***	-16,2451***	-14,38592***	-13,40229***	-15,294***
R <sup>2</sup>	0,7795	0,7845	0,7850	0,7852	0,7962	0,7976	0,7973
n	2010	2010	2010	2010	2010	2010	2010

Obs.: \* nível de 10% de significância; \*\* nível de 5% de significância; \*\*\* nível de 1% de significância.

**Tabela 10 (Continuação): Simulação pelo método *Random Effects***

Variável explicada: lcorr	Método utilizado: RE (Random Effects)					
Variáveis explicativas	Modelo 8	Modelo 9	Modelo 10	Modelo 11	Modelo 12	Modelo 13
lpib	0,7517371***	0,7522595***	0,7522317***	0,7614982***	0,7597316***	0,7519028***
ldist	-0,6976039***	-0,8819473***	-0,8728752***	-1,002356***	-1,047645***	-1,124731***
portug	-	-	-	-	-	0,2774866
espanhol	-	-	-	-	-	-0,2311302
ingles	-0,4692491*	-0,5019228*	-0,5138434*	-0,5229391**	-0,5679053**	-0,6017474**
frances	-0,7220371**	-0,8180662**	-0,8171806**	-0,8097345**	-0,8194644**	-0,8386692**
mercosul	1,138722***	1,392919***	1,392173***	1,400702***	1,364096***	0,9639007***
aladi	-	-	-	-	-	0,5957794
brics	-	-	-	-	-	0,592531
amsul	0,5524973	-	-	-	-	-0,063415
g20	0,6958175***	0,6304115***	0,6598559***	-	-	0,3412852
g8	-	0,1795505	-	-	-	0,434497
nafta	-	-	0,2925796	-	-	0,2695094
tigres	-	-	-	0,995208***	1,075438***	1,19994***
metrop	-	-	-	-	0,4394305	0,2526915
intercepto	-13,64019***	-11,94969***	-12,0261***	-11,3132***	-10,84175***	-9,866576***
R <sup>2</sup>	0,7961	0,7947	0,7948	0,8122	0,8096	0,8125
n	2010	2010	2010	2010	2010	2010

Obs.: \* nível de 10% de significância; \*\* nível de 5% de significância; \*\*\* nível de 1% de significância.



Nos Modelos 2 a 4, foram testadas as *dummies* de acordos comerciais (*Mercosul* e *ALADI*) e a variável *Brics*, do bloco econômico de mesmo nome. Apesar de todas elas terem se mostrado significantes e com coeficientes positivos, indicando que impactam positivamente a corrente de comércio brasileira, no exercício com o método de efeitos aleatórios (RE) verificou-se mais rapidamente, utilizando-se iterações, que a variável Mercosul era a única, dentre elas, que aumentava o poder de explicação ( $R^2$ ) em relação ao Modelo 1. Portanto, o Modelo 2, com  $R^2$  de 0,7845, passaria a ser utilizado como base para as próximas modelagens.

Paralelamente, os Modelos 5 e 6 mostram dois resultados principais das simulações realizadas com as variáveis binárias dos idiomas, em conjunto com a variável binária do Mercosul. Sendo as duas iterações que trouxeram resultados mais significantes, foi escolhido o Modelo 6, dentre aqueles dois, pois trazia maior significância para as variáveis *inglês* e *francês* (ao nível de 10% e 5%, respectivamente), o  $R^2$  de 0,7976 superior ao do modelo 5, além de maior eficiência, por utilizarem duas *dummies* a menos no modelo.

O Modelo 7 testou a variável *amsul*, para se verificar a existência de efeito-fronteira. Parecia que o método *RE* mostraria resultado diferente dos demais métodos, ao conferir significância ao nível de 10% a esta variável. Entretanto, o  $R^2$  do modelo praticamente não se alterou em relação ao Modelo 6, e os testes seguintes acabaram por confirmar que tal variável binária perderia a significância nos modelos com maior poder explicativo.

Nos Modelos 8 a 10, foram testadas as variáveis binárias de G20, G8 e NAFTA. Destas três *dummies*, apenas o G20 mostrou significância (ao nível de 1%). O coeficiente do G20 indicou um impacto positivo deste grupo na corrente de comércio brasileira. No entanto, mais uma vez o  $R^2$  do modelo praticamente não se alterou em relação ao Modelo 6.

O Modelo 11 foi o modelo com maior poder de explicação da corrente de comércio do Brasil pelo método de efeitos aleatórios (*random effects*), ao

retornar um  $R^2$  de 0,8122, com a utilização de apenas 4 (quatro) variáveis binárias: inglês, francês, Mercosul e Tigres Asiáticos. As duas primeiras apresentaram significância ao nível de 5%, enquanto as duas últimas foram significantes ao nível de 1%.

No Modelo 12, foi testada a variável *metrop*. Desta vez, a variável apresentou coeficiente positivo, porém, assim como nos dois métodos anteriores, esta *dummy* não se mostrou significativa.

Novamente foi feito um exercício com todas as variáveis explicativas anteriormente trabalhadas, para fins didáticos. O Modelo 13 apresentou  $R^2$  de 0,8125, praticamente o mesmo do Modelo 11. Além disso, as únicas variáveis binárias com significância no Modelo 13 foram as mesmas quatro *dummies* do Modelo 11, mais uma vez confirmando a maior eficiência deste último.

#### **6.4 – Síntese dos resultados**

O primeiro experimento da equação de gravidade do comércio internacional aplicada à economia brasileira obteve resultados semelhantes nos diferentes métodos utilizados. Além de ter se mostrado possível a análise da equação empírica em sua forma tradicional, com as variáveis-chave de corrente de comércio, PIB e distância (Modelo 1 em cada método testado), a segunda etapa do primeiro experimento mostrou que há variáveis binárias que são mais significantes para o caso brasileiro do que outras.

A Tabela 11 mostra que, tanto no método de Mínimos Quadrados Empilhados (*Pooled OLS*) quanto no método de Efeitos Aleatórios (*Random Effects*), as variáveis binárias mais relevantes foram exatamente as mesmas: inglês, francês, Mercosul e Tigres Asiáticos.

Os coeficientes desses dois idiomas vieram negativos, indicando uma possível dificuldade na comercialização entre Brasil e países cujas línguas oficiais sejam o francês ou o inglês. Com relação ao Mercosul, em todos os testes, a variável binária apresentou altíssima significância, ao nível de 1%, e

coeficiente positivo, deixando bastante clara a importância desta união comercial para a corrente de comércio brasileira. Também mostrou altíssima significância a variável dos Tigres Asiáticos, e coeficiente também sempre positivo, indicando que o crescimento da importância deste grupo de países para o comércio internacional impactou o fluxo de comércio brasileiro, trazendo mais negócios para o Brasil.

Quanto às diferenças observadas nos resultados dos três métodos, foi possível verificar que o método LSDV foi o único que considerou o espanhol significativo, e ao nível de 1%. Além disso, somente no método RE, o inglês e o francês tiveram significância ao nível de 5%, enquanto nos demais métodos a significância foi ao nível de 1%. Por fim, observou-se que o método RE retornou coeficientes menores, em módulo, para as variáveis-chaves explicativas do modelo tradicional (PIB e distância), ligeiramente inferior para a variável binária dos tigres asiáticos, e bastante superior para a *dummy* do Mercosul. Este último resultado reforça, portanto, a importância da união comercial dos países integrantes do Mercado Comum do Sul.

**Tabela 11: Síntese dos resultados do primeiro experimento**

Variável explicada: lcorr	Pooled OLS	LSDV	RE
lpib	0,9583967***	1,036187***	0,7614982***
ldist	-1,424622***	-1,818847***	-1,002356***
espanhol	-	-0,4720107***	-
ingles	-0,4821937***	-0,5546527***	-0,5229391**
frances	-0,6822322***	-0,7599615***	-0,8097345**
mercosul	0,9038825***	0,7499623***	1,400702***
tigres	1,122005***	1,267054***	0,995208***
intercepto	-17,81636***	-17,67433***	-11,3132***
R <sup>2</sup>	0,8186	0,8375	0,8122
n	2010	2010	2010

Obs.: \* nível de 10% de significância; \*\* nível de 5% de significância; \*\*\* nível de 1% de significância.

## 7 – SIMULAÇÕES DO SEGUNDO EXPERIMENTO

Neste capítulo, serão apresentadas as simulações do segundo experimento empírico com a equação de gravidade aplicada ao comércio exterior brasileiro, e seus resultados. Diferentemente do capítulo 6, tais resultados, obtidos por meio da utilização dos mesmos três métodos econométricos, serão reunidos em uma mesma tabela, uma vez que este experimento teve como objetivo testar a aplicabilidade da tradicional equação de gravidade do comércio internacional ao caso brasileiro, ao adicionar-se, ao modelo empírico, a variável explicativa de taxa de câmbio.

Não foi realizada análise com as variáveis *dummies* utilizadas no experimento anterior, tendo em vista que a redução da análise de 106 para 32 países - devido ao menor número de países com taxas de câmbio disponibilizadas pela OCDE - inviabilizaria uma correta realização de testes para tais variáveis. Por exemplo, os países do Mercosul deixaram de constar na amostra, assim como a quantidade de países se tornou insuficiente para que fossem testadas as variáveis binárias de idiomas, blocos econômicos ou de vizinhança.

Conforme explicado na seção 5.1, as variações das taxas de câmbio utilizadas no modelo levam em consideração a paridade do poder de compra (PPP, na sigla em inglês) dos países. Será testado, portanto, se o modelo empírico tradicional da equação de gravidade do comércio internacional, aplicado ao caso brasileiro, é mais eficiente para explicar a corrente de comércio brasileira, quando se leva em conta o impacto das variações de poder de compra dos países, embutidas na taxa de câmbio de cada país.

A Tabela 12 traz os resultados obtidos nas simulações do segundo experimento.

**Tabela 12: Resultados do segundo experimento**

Variável explicada: lcorr	Pooled OLS	LSDV	RE
lpib	0,935616***	1,045032***	0,6573768***
ldist	-1,206166***	-1,286279***	-0,9844023**
lfxppp	-0,1725228***	-0,1338341***	0,0563062
intercepto	-17,9269***	-22,82851***	-6,015209
R <sup>2</sup>	0,8206	0,8509	0,8036
n	608	608	608

O segundo experimento da equação de gravidade do comércio internacional aplicada à economia brasileira obteve resultados similares nos métodos *Pooled OLS* e *LSDV*. Nas regressões por estes métodos, todas as variáveis apresentaram alta significância, ao nível de 1%.

Pelo método de efeitos aleatórios (*random effects*), algumas variáveis tiveram redução de significância: a variável distância, que é considerada um dos cerne da equação de gravidade, apresentou significância ao nível de 5%, enquanto a taxa de câmbio e o intercepto não se mostraram significantes.

Uma explicação para o resultado pelo método de efeitos aleatórios poderia ser o fato de estarmos trabalhando com uma gama menor de países, e isto poderia afetar a qualidade da amostra. A variável da taxa de câmbio, por exemplo, apesar de não significativa ao nível de 10%, talvez pudesse ter maior significância em um grupo mais abrangente de países. O mesmo poderia ser dito sobre a variável distância, considerada básica para a equação de gravidade do comércio internacional, mas que apresentou menor significância na simulação por efeitos aleatórios.

Outro possível argumento seria o de que o método de efeitos aleatórios (*random effects*) talvez não seja o mais indicado para a análise, uma vez que seus resultados destoaram dos outros dois métodos. Entretanto, este argumento é mais frágil, tendo em vista que, no primeiro experimento, onde foram utilizadas 2010 observações, o método se mostrou aplicável para todas as simulações.

O  $R^2$  obtido na regressão pelo método POLS foi de 0,8206, levemente superior ao atingido no primeiro experimento empírico, no capítulo 6, pelo mesmo método econométrico. Na simulação pelo método LSDV, o  $R^2$  foi de 0,8509, também acima do obtido por este método na simulação do modelo empírico do primeiro experimento. O método RE apresentou  $R^2$  igual a 0,8036, único método em que o poder de explicação se mostrou inferior ao obtido no primeiro experimento.

Por fim, observou-se mais uma vez que o método RE retornou coeficientes menores, em módulo, para as variáveis-chaves explicativas do modelo tradicional (PIB e distância). A variável de taxa de câmbio, que não mostrou significância no método RE, foi o único coeficiente com sinal destoante dos outros métodos simulados. Intuitivamente, faz sentido que seja negativo o sinal do coeficiente da variável de taxa de câmbio, observado nas simulações pelos métodos POLS e LSDV. Em geral, pode-se argumentar que a depreciação da moeda de um parceiro comercial do Brasil poderia atrair mais negócios para as importações brasileiras, enquanto as exportações brasileiras, majoritariamente de *commodities*, talvez se reduzissem em menor proporção. Em outras palavras, parceiros comerciais dependentes de importações de *commodities* continuariam demandando produtos brasileiros, ainda que com moeda menos favorável, enquanto o Brasil aproveitaria o aumento momentâneo de seu poder de compra para importar mais produtos daqueles parceiros comerciais.

## 8 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo empírico da equação de gravidade do comércio internacional obteve sucesso em sua aplicação ao caso brasileiro, tanto para a equação em sua forma básica quanto para o modelo com variáveis binárias. Os dois experimentos empíricos reforçaram que, embora estejamos em tempos de globalização, o tamanho das economias e a distância entre elas ainda são fatores importantes na equação de seus comércios internacionais.

No primeiro experimento, foi possível alcançar modelos reduzidos, isto é, com poucas variáveis explicativas para a equação da corrente de comércio brasileira: foram utilizadas quatro variáveis binárias nas simulações pelos métodos POLS e RE, e cinco variáveis binárias na simulação pelo método LSDV, de um total de treze *dummies* testadas. Todos estes modelos obtiveram  $R^2$  superiores a 0,80.

As variáveis binárias que mostraram alta significância em todos os testes foram o inglês, o francês, o Mercosul e os Tigres Asiáticos. Os países que têm o inglês e o francês como línguas oficiais apresentaram um impacto negativo na corrente de comércio brasileira, sugerindo uma dificuldade e, ao mesmo tempo, uma oportunidade para que o Brasil trabalhe novos acordos comerciais que envolvam tais países.

Os resultados também sugerem que o Mercosul é um acordo comercial muito importante para o comércio brasileiro. Este resultado contraria a conclusão do autor De Azevedo (2004), que afirmara que a formação do bloco não contribuiu para alterar o comércio intrabloco além da liberalização não-discriminatória. O resultado sobre o efeito-fronteira, detalhado abaixo, reforça a ideia de que o Mercosul tem, de fato, grande relevância para a equação do comércio brasileiro.

Curiosamente, a variável binária da América do Sul, utilizada para testar o efeito-fronteira, ou efeito-vizinhança, não se apresentou significativa no primeiro experimento desta dissertação. Os resultados sugerem que a

corrente de comércio do Brasil não se beneficia nem se prejudica do fato de o país possuir diversos vizinhos em sua fronteira. Ou talvez seja possível afirmarmos que o comércio com os países vizinhos que não participam do Mercosul tem grande potencial para crescimento.

Com relação aos tigres asiáticos, os resultados confirmaram que são países que buscam um forte crescimento de suas transações comerciais com o Brasil, e que este relacionamento tem sido muito benéfico para a corrente de comércio brasileira nos últimos anos.

Com relação às variáveis binárias que foram descartadas no primeiro experimento, o G20 apresentou significância ao nível de 1%, porém praticamente não aumentou o  $R^2$  dos modelos testados. A variável binária do G8, por sua vez, mostrou-se pouco significativa para tais modelos. O mesmo ocorreu para o Nafta, que retornou um sinal negativo para o bloco econômico, mas não apresentou significância. O português não obteve significância no modelo, enquanto o espanhol somente mostrou significância na simulação pelo método LSDV. A variável binária do ALADI apresentou significância nos primeiros modelos testados, porém passou a não-significante após a inclusão da *dummy* dos tigres asiáticos. A variável *metrop*, que mede o impacto das últimas metrópoles existentes no mundo, não se mostrou significativa.

O segundo experimento, apesar de compreender apenas 32 parceiros comerciais do Brasil, contra 106 países do primeiro experimento, foi importante para testar a validade da utilização da variável de taxa de câmbio na equação da corrente de comércio brasileira. Utilizou-se uma taxa de conversão que levava em consideração a variação do poder de compra de cada país ao longo do tempo, que se mostrou significativa nas simulações por dois métodos: POLS e LSDV. Pelo método de efeitos aleatórios (*random effects*), a taxa de câmbio não se saiu significativa.

No que tange às limitações deste trabalho, vale citar que foi utilizado número reduzido de períodos de tempo (dezenove anos). Entretanto, já se



imaginava, desde o início, que haveria a dificuldade de se obter período mais longo, dada a intenção de se utilizar uma grande quantidade de países no estudo. Afinal, verificou-se interessante a utilização dos dados de todos os 106 países, para evitar, especialmente, críticas à abrangência da amostra de países. Desta forma, foi privilegiada a quantidade de parceiros comerciais, que deu robustez à ampla análise das variáveis binárias de acordos comerciais, idiomas, blocos econômicos, e assim por diante. No segundo experimento, por exemplo, o número reduzido de 32 países talvez tenha comprometido a análise, algo especialmente notado na simulação pelo método de efeitos aleatórios (*random effects*), no qual a variável de taxa de câmbio se mostrou sem significância (p-valor de 0,14).

Estudos futuros poderiam, por meio de séries temporais, testar a aplicabilidade da previsão de valores futuros da corrente de comércio brasileira e buscar outras variáveis binárias que possam aumentar o poder de explicação da equação de gravidade do comércio internacional aplicada à economia brasileira.

## 8 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, Marcelo de P. **Brazil, the GATT, and the WTO: history and prospects**. 1998.
- ANDERSON, James E. A theoretical foundation for the gravity equation. **The American Economic Review**, v. 69, n. 1, p. 106-116, 1979.
- ANDERSON, James E.; VAN WINCOOP, Eric. **Gravity with gravitas: a solution to the border puzzle**. National Bureau of Economic Research, 2001.
- BERGSTRAND, Jeffrey H. The gravity equation in international trade: some microeconomic foundations and empirical evidence. **The review of economics and statistics**, p. 474-481, 1985.
- BERGSTRAND, Jeffrey H. The generalized gravity equation, monopolistic competition, and the factor-proportions theory in international trade. **The review of economics and statistics**, p. 143-153, 1989.
- BERGSTRAND, Jeffrey; EGGER, Peter. Gravity equations and economic frictions in the world economy. **Palgrave Handbook of International Trade, Palgrave-Macmillan Publishing**, 2011.
- CHANEY, Thomas. The gravity equation in international trade: An explanation. **Unpublished, University of Chicago**, 2011.
- DEARDORFF, Alan V. Testing trade theories and predicting trade flows. **Handbook of international economics**, v. 1, p. 467-517, 1984.
- DEARDORFF, Alan. Determinants of bilateral trade: does gravity work in a neoclassical world?. In: **The regionalization of the world economy**. University of Chicago Press, 1998. p. 7-32.
- DE AZEVEDO, Andre Filipe Zago. O efeito do Mercosul sobre o comércio: uma análise com o modelo gravitacional. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 34, n. 2, 2004.
- DISDIER, Anne-Célia; HEAD, Keith. The puzzling persistence of the distance effect on bilateral trade. **The Review of Economics and Statistics**, v. 90, n. 1, p. 37-48, 2008.
- DIXIT, Avinash K.; STIGLITZ, Joseph E. Monopolistic competition and optimum product diversity. **The American Economic Review**, v. 67, n. 3, p. 297-308, 1977.
- DONALDSON, Dave. **14.581 MIT PhD International Trade – Lecture 16: Gravity Models (Empirics)**, Spring 2011. 2011.
- EICHENGREEN, Barry; IRWIN, Douglas A. The role of history in bilateral trade flows. In: **The regionalization of the world economy**. University of Chicago Press, 1998. p. 33-62.
- HELPMAN, Elhanan; KRUGMAN, Paul R. **Market structure and foreign trade: Increasing returns, imperfect competition and the international economy**. The MIT press, 1985.
- HELPMAN, Elhanan. Imperfect competition and international trade: Evidence from fourteen industrial countries. **Journal of the Japanese and international economies**, v. 1, n. 1, p. 62-81, 1987.
- HELPMAN, Elhanan; MELITZ, Marc; RUBINSTEIN, Yona. Estimating trade flows: Trading partners and trading volumes. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 123, n. 2, p. 441-487, 2008.

- HOEKMAN, Bernard M.; KOSTECKI, Michel M. **The political economy of the world trading system: the WTO and beyond**. Oxford University Press, 2009.
- HUMMELS, David; LEVINSOHN, James. Monopolistic competition and international trade: reconsidering the evidence. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 110, n. 3, p. 799-836, 1995.
- KRUGMAN, Paul R. Increasing returns, monopolistic competition, and international trade. **Journal of international Economics**, v. 9, n. 4, p. 469-479, 1979.
- LEAMER, Edward E.; STERN, Robert M. Constant-market-share analysis of export growth. **Quantitative international economics**, p. 171-183, 1970.
- LEAMER, Edward E. The commodity composition of international trade in manufactures: An empirical analysis. **Oxford Economic Papers**, v. 26, n. 3, p. 350-374, 1974.
- LEAMER, Edward E. A Flat World, a Level Playing Field, a Small World after All, or None of the above? A Review of Thomas L. Friedman's "The World is Flat". **Journal of Economic Literature**, p. 83-126, 2007.
- LINDEMANN, Hans. **An econometric study of international trade flows**. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1966.
- MCCALLUM, John. National borders matter: Canada-US regional trade patterns. **The American Economic Review**, v. 85, n. 3, p. 615-623, 1995.
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. Estatísticas da balança comercial dos países. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/>>. Acesso em: 2 nov. 2013.
- NEWTON, I. **Princípios matemáticos de filosofia natural**, 1986.
- PÖYHÖNEN, Pentti. A tentative model for the volume of trade between countries. **Weltwirtschaftliches Archiv**, p. 93-100, 1963.
- SANTOS SILVA, João; TENREYRO, Silvana. The log of gravity. **The Review of Economics and Statistics**, v. 88, n. 4, p. 641-658, 2006.
- SANTOS SILVA, João; TENREYRO, Silvana. **Trading partners and trading volumes: Implementing the Helpman-Melitz-Rubinstein model empirically**. 2009.
- SOHN, Chan-hyun; YOON, Jinna. Does the Gravity Model Fit Korea's Trade Patterns?. **Seoul: Korean Institute of Economic Policy**, 2001.
- SUBRAMANIAN, Arvind; WEI, Shang-Jin. The WTO promotes trade, strongly but unevenly. **Journal of International Economics**, v. 72, n. 1, p. 151-175, 2007.
- TINBERGEN, Jan. **Shaping the world economy: suggestions for an international economic policy**. 1962.
- THE UNITED NATIONS STATISTICS DIVISION. **GDP and its breakdown at current prices in US Dollars**. Disponível em: <<http://unstats.un.org/>>. Acesso em: 2 nov. 2013.
- THORSTENSEN, Vera. **OMC – Organização Mundial do Comércio: as regras do comércio internacional e a nova rodada de negociações multilaterais**. 2. ed. São Paulo: Aduaneiras, 2001. p. 31.
- WALL, Howard J. Using the gravity model to estimate the costs of protection. **REVIEW-FEDERAL RESERVE BANK OF SAINT LOUIS**, v. 81, p. 33-40, 1999.

WOOLDRIDGE, Jeffrey M. **Introductory econometrics**: a modern approach. Cengage Learning, 2012.

WORLD TRADE ORGANIZATION. Statistics database. Disponível em: < <http://stat.wto.org/> >. Acesso em: 2 fev. 2014.