

IUNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA  
NÍVEL MESTRADO

ANTONIO CARLOS CIPRIANI DAL PIZZOL

**ESTIMATIVAS PARA O VOLUME DE COMÉRCIO DOS  
PAÍSES BRICs COM O USO DA  
EQUAÇÃO GRAVITACIONAL**

São Leopoldo  
2010

Antonio Carlos Cipriani dal Pizzol

**ESTIMATIVAS PARA O VOLUME DE COMÉRCIO DOS  
PAÍSES BRICs COM O USO DA  
EQUAÇÃO GRAVITACIONAL**

Dissertação apresentada à  
Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS,  
como requisito parcial para a obtenção do  
título de Mestre em Economia.

Orientador: Prof. Dr. André Filipe Zago de Azevedo

São Leopoldo  
2010

**Antonio Carlos Cipriani Dal Pizzol**

**ESTIMATIVAS PARA O VOLUME DE COMÉRCIO DOS  
PAÍSES BRICs COM O USO DA  
EQUAÇÃO GRAVITACIONAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia.

Aprovado em 24 de setembro de 2010.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Eduardo Pontual Ribeiro – Universidade Federal do Rio de Janeiro

---

Prof. Dr. Divanildo Triches – Universidade do Vale do Rio dos Sinos

---

Prof. Dr. Igor Clemente de Moraes – Universidade do Vale do Rio dos Sinos

---

Prof. Dr. André Filipe Zago de Azevedo – Universidade do Vale do Rio dos Sinos

Visto e permitida à impressão.  
São Leopoldo,

Prof. Dr. André Filipe Zago de Azevedo  
Coordenador Executivo  
Programa de Pós-Graduação em Economia

---

D136e Dal Pizzol, Antonio Carlos Cipriani  
*Estimativas para o volume de comércio dos países BRICs com o uso da equação gravitacional.* / Antonio Carlos Cipriani Dal Pizzol; Orientação: André Filipe Zago de Azevedo . – São Leopoldo: UNISINOS, Programa de Pós-Graduação em Economia, 2010.  
99 f.; il.

Inclui anexos.

1. Economia. 2. Economia – Comércio. 3. Comércio – Equação gravitacional. 4. Comércio – Brasil. 5. Comércio – Rússia. 6. Comércio – Índia. 7. Comércio - China. 8. Comércio – Taxa – Crescimento econômico. 9. Comércio – Importação. 10. Fluxo de comércio internacional – Modelo gravitacional. I. Azevedo, André Filipe Zago de. II. Título.

CDU: 33

---

Bibliotecária responsável: Márcia Flores da Silva, CRB -10/1477

## **AGRADECIMENTOS**

Quero primeiramente agradecer ao Prof. Dr. André Filipe Zago de Azevedo, de quem tive o privilégio de ser orientando, pelo estímulo e pela condução intelectual desde trabalho.

Agradeço a todo o colegiado do Mestrado em Economia da Unisinos, em especial ao Prof. Dr. Divanildo Triches, pelas dicas para o aprimoramento desta pesquisa, e à Prof. Dra. Angélica Massuquetti, pelo apoio e energia positiva ao longo de toda a caminhada.

Meus agradecimentos à minha família e em especial à minha mãe, pelo companheirismo e pelas horas de vigília regada a muitos cafés.

Agradeço ainda a alguns amigos especiais: Tatiana Duarte, pela valiosa contribuição nas revisões e no uso das vírgulas. Francisco Douglas, que trouxe adrenalina e algum tumulto à reta final deste estudo, mas garantiu a motivação que faltava para terminá-lo. Veruska, Gabriel, Marcelo, pela paciência e compreensão.

## RESUMO

O propósito central deste trabalho é estimar os fluxos de comércio internacional bilateral entre os países BRICs – Brasil, Rússia, Índia e China – em períodos futuros. Para estas estimações, são consideradas as previsões realizadas pela consultoria econômica Goldman Sachs (2001) que, além de detalhar valores estimados para o PIB e a renda per capita dos BRICs até o ano de 2050, apontam que estes quatro países estarão entre as seis maiores economias do planeta em torno de 2040. O estudo utiliza um modelo gravitacional baseado numa amostra de 57 países para o período 2000 – 2007, a fim de obter-se uma equação normal para explicar o comércio internacional no mundo atual. A aplicação de dois métodos de estimação – MQO e Tobit – gerou uma coleção de possíveis coeficientes, que foram testados técnica e qualitativamente, para escolher-se as duas equações mais adequadas para as previsões dos fluxos bilaterais de comércio dos BRICs. Finalmente, os coeficientes destas equações foram arranjados para, combinados a dados reais e às estimações de PIB e renda per capita futuros construídos pela Goldman Sachs, prever intervalos de confiança para o tamanho dos fluxos bilaterais de importação entre os BRICs num cenário de curto (2010), médio (2020) e longo prazo (2030). O modelo gravitacional aqui usado é um instrumento de *forecasting*, validando esta fronteira de utilização para a equação gravitacional de comércio. Seus resultados mostram que o volume de comércio ‘intra-BRICs’ crescerá mais intensamente do que o próprio PIB destes países, podendo se multiplicar 10 vezes entre 2010 e 2020, e 50 vezes entre 2010 e 2030, gerando uma maior interdependência que poderá estimular as relações articuladas entre estas economias para garantir a sustentabilidade de seu crescimento econômico.

**Palavras-chave:** Modelo Gravitacional; Fluxos de Comércio Internacional; BRICs.

## **ABSTRACT**

*The main purpose of this research is to estimate international trade flows for all the existent bilateral relations between the BRICs – Brazil, Russia, India and China – in the future time. This process starts by considering the estimations made by the investment bank Goldman Sachs (2001), which released a study that not only estimated amounts for the GDP and GDP per capita for the BRICs until the year 2050, but also revealed that these countries will position themselves, no exception, between the six biggest economies of the world by around the year 2040. This study adopts a gravity model based on a sample of 57 countries. Trade flows and a variety of other data were collected from 2000 to 2007 to enable the estimation of gravity equations that explain the international trade in the world in current days. By using two different estimation methods – OLS and Tobit – a wide set of possible parameters was generated, which were all tested on a technical and on a qualitative basis, with the aim to choose the two most adequate equations for the estimations wanted. Finally, these two best parameter sets were arranged and applied on gravity equations, combined with the Goldman Sachs predictions, in order to obtain future estimations of bilateral trade flows between them in three time-scenarios: short term (2010), midterm (2020) and long term (2030). In this way, the gravity model is here a pure forecasting model, validating this bound of utilization for the instrument. The results are showing that the ‘intra-BRICs’ trade flows will grow even more intense than the GDP of these countries itself, meaning an unprecedented internationalization process featured by the construction of a web of high interdependence between these economies. Trade between the BRICs could rise 10 times within 2010 and 2020, and 50 times within 2010 and 2050. International trade among the BRICs will definitely be necessary for them to sustain economic growth.*

**Key-words:** Gravity Model; International Trade Flows; BRICs.

**JEL classification:** F10; F14; F15;

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 3.1: Resumo cronológico de ampliações teóricas e empíricas do Modelo Gravitacional..... 53



## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: PIB Total e Taxas de crescimento dos BRICs .....	16
Tabela 2.2: Ranking dos países com maiores PIB no mundo - 2007 .....	16
Tabela 2.3: Estimções do PIB per capita para os BRICs e o G6 – até 2050 .....	24
Tabela 2.4: Comparativo das estimções do crescimento do PIB anual com uso de diferentes modelos de crescimento .....	26
Tabela 2.5: Dados do Brasil – Produto e Comércio .....	29
Tabela 2.6: Dados da Rússia – Produto e Comércio .....	31
Tabela 2.7: Dados da Índia – Produto e Comércio .....	33
Tabela 2.8: Dados da China – Produto e Comércio.....	35
Tabela 4.1: Volume de Importações dos países da amostra <i>versus</i> importações mundiais .....	60
Tabela 4.2: PIB dos 57 países da amostra <i>versus</i> PIB mundial .....	60
Tabela 4.3: Acordos Preferenciais de Comércio e seus países membros.....	62
Tabela 4.4: Observações truncadas nas séries de dados .....	68
Tabela 4.5: Fluxos de importação de todos os pares de países dos BRICs.....	70
Tabela 4.6: Análise das características gerais das equações MQO1 e MQO2 .....	72
Tabela 4.7: Análise das características gerais das equações Tobit 1 e Tobit 2.....	73
Tabela 4.8: Média das diferenças percentuais de cada estimção – Equações <i>Cross-section</i> – Anuais – de 2000 a 2007.....	74
Tabela 4.9: Média das diferenças percentuais de cada estimção – Equações dos Dados Agrupados – Período 2000 - 2007.....	75
Tabela 4.10: Resultados das Estimções – MQO1 e MQO2.....	78
Tabela 4.11: Resultados das Estimções – Tobit 1 e Tobit 2.....	80
Tabela 4.12: Resultados das Estimções – MQO 1 e 2, Tobit 1 e 2 – para os dados agrupados.....	82
Tabela 4.13: Estimativas para o volume de comércio entre os BRICs .....	84
Tabela 4.14: Representatividade do volume de comércio estimado dos BRICs.....	85
Tabela 4.15: Importações efetivas ‘intra-BRICs’ 2009 <i>versus</i> estimativas para 2010	86
Tabela 4.16: Importações efetivas ‘intra-BRICs’ 2008 <i>versus</i> estimativas para 2010	87

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1: As maiores economias do mundo em 2050 segundo a GS.....	22
Gráfico 2.2: Comparativo entre os PIBs agrupados dos BRICs e do G6 até 2050 ...	22
Gráfico 2.3: Taxas anuais de crescimento dos BRICs ao longo dos anos.....	23

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADJ – *dummy* de adjacência (nas equações)  
ALADI – Associação de Integração Latino-americana  
ANDEAN – Comunidade do Pacto Andino  
APC – Acordo Preferencial de Comércio  
AREA – variável “área geográfica dos países” (nas equações)  
ASEAN – Comunidade dos Países Asiáticos  
BRIC ou BRICs – Brasil, Rússia, Índia e China  
CACM – Mercado Comum Centro-Americano  
CEPII – *Centre D’Etudes Prospectives et D’Informations Internationales*  
COLONY – *dummy* de relação colonialista entre os países (nas equações)  
DIST – variável “distância geográfica absoluta” (nas equações)  
EC – *European Community* (Comunidade Européia)  
EFTA – Associação Européia de Livre Comércio  
EUA – Estados Unidos da América  
FMI – Fundo Monetário Internacional  
GS – Goldman Sachs  
GULF – Conselho de Cooperação do Golfo Pérsico  
I – *dummy* de território-ilha (nas equações)  
L – *dummy* de similaridade idiomática entre os países (nas equações)  
LR – Levine-Renelt  
M – variável “importação” (nas equações)  
MERCOSUR – Mercado Comum do Sul  
MQO – Mínimos Quadrados Ordinários  
NAFTA – *North American Free Trade Agreement* (Tratado de Livre Comércio da América do Norte)  
OLS – *Ordinary Least Squares* (Mínimos Quadrados Ordinários)  
OMC – Organização Mundial do Comércio  
PIB – Produto Interno Bruto  
PNB – Produto Nacional Bruto  
RDIST – variável “distância geográfica relativa” (nas equações)  
RER – variável “taxa de câmbio real” (nas equações)  
TFP – *Total Factor Productivity* (Produtividade Total dos Fatores)  
UN – *United Nations* (ONU – Organização das Nações Unidas)  
URSS – União das Repúblicas Socialistas Soviéticas  
Y – variável “PIB” (nas equações)  
Y/N – variável “PIB per capita” (nas equações)

# SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	11
2 OS BRICs E O CRESCIMENTO ECONÔMICO .....	15
2.1 Previsões para as economias dos BRICs em 2050 .....	17
2.1.1 Metodologia da estimação da Goldman Sachs .....	18
2.1.2 Resultado das estimações .....	20
2.1.3 Tamanho das economias .....	21
2.1.4 Taxas e ritmo de crescimento das economias .....	23
2.1.5 Renda per capita e demografia das economias .....	23
2.1.6 Considerações gerais e plausibilidade dos resultados .....	24
2.2 Alguns dados atuais sobre a situação dos BRICs .....	28
2.2.1 Brasil .....	29
2.2.2 Rússia .....	30
2.2.3 Índia .....	32
2.2.4 China .....	34
3 ASPECTOS EMPÍRICOS: O MODELO GRAVITACIONAL DE COMÉRCIO ....	37
3.1 Origem do modelo gravitacional .....	37
3.2 Equação gravitacional básica e refinamentos .....	40
3.3 Desenvolvimento dos fundamentos teóricos .....	44
3.4 Estudos sobre fluxos de comércio .....	51
4 PREVISÃO DO COMÉRCIO BILATERAL ENTRE OS PAÍSES DO BRIC.....	57
4.1 Descrição das variáveis utilizadas .....	58
4.1.1 Dados para as estimações de previsão de comércio .....	62
4.2 Abordagem econométrica .....	63
4.2.1 Passo a passo das estimações .....	64
4.3 Resultados das estimações .....	71
4.3.1 Estimções por Mínimos Quadrados Ordinários .....	71
4.3.2 Estimções pelo método Tobit .....	72
4.3.3 Comportamento dos coeficientes e validação estatística .....	76
4.3.4 Previsão do comércio entre os BRICs .....	83
5 CONCLUSÃO .....	89
REFERÊNCIAS .....	93
ANEXOS .....	96

## 1. INTRODUÇÃO

Embora a última década do século passado e os primeiros anos do novo século tenham sido, via de regra, de crescimento econômico contínuo para a maioria dos países, algumas economias em desenvolvimento têm chamado atenção por apresentarem um ritmo de crescimento ainda mais significativo. As chamadas economias em desenvolvimento<sup>1</sup> têm atraído para si maiores volumes de investimento externo direto; têm recebido, através da migração pela busca de melhores curvas de custos de produção, setores industriais inteiros, advindos de diferentes regiões do planeta. Em função disso, têm conseguido ampliar significativamente o ingresso de seus contingentes populacionais ao mercado de trabalho, melhorando o nível de renda e bem estar de suas populações e aumentando assim sua representatividade em termos de importância econômica em relação aos demais países do globo.

É esta crescente importância que tem aumentado o interesse da comunidade política, econômica, financeira e acadêmica, pelos países em desenvolvimento. Nas Nações Unidas, discute-se as possibilidades de o Brasil se tornar membro-permanente do Conselho de Segurança, sendo que Rússia e China já detêm este posto. Nas reuniões de cúpula das principais nações desenvolvidas, dificilmente as discussões ficam restritas ao chamado G7<sup>2</sup> – grupo das sete economias mais desenvolvidas – tendo os países emergentes, presença cada vez mais marcante (daí o fato de a maioria das reuniões de cúpula ter atualmente a participação do G20<sup>3</sup> – grupo dos 20 países em desenvolvimento de maior destaque no cenário econômico e político mundial). Na OMC, países como Índia e China têm equilibrado as contendas relativas à liberalização do comércio internacional, defendendo em alguns momentos seus interesses em igualdade de condições com Europa e Estados Unidos. No cenário financeiro, tem havido um maior equilíbrio dos fluxos de aplicações e investimentos, com crescente participação de algumas economias emergentes; as grandes corporações financeiras

---

<sup>1</sup> A terminologia “países em desenvolvimento” tem sido corriqueiramente utilizada para designar as economias de nível médio de desenvolvimento econômico, humano e bem estar social. Em 2003, com a criação do G-20, em preparação à V Reunião Ministerial da OMC, realizada em Cancún, México, o grupo de países em desenvolvimento ganhou maior legitimidade. [G-20 *Website* (2009)].

<sup>2</sup> Formadores do G-7: Estados Unidos, Japão, Alemanha, Reino Unido, França, Itália e Canadá. [G-20 *Website* (2009)].

<sup>3</sup> Formadores do G-20: África do Sul, Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, China, Cuba, Egito, Equador, Filipinas, Guatemala, Índia, Indonésia, México, Nigéria, Paquistão, Paraguai, Peru, Tailândia, Tanzânia, Uruguai, Venezuela e Zimbábue [G-20 *Website* (2009)].

mundiais têm cada vez mais procurado se estabelecer fora da Europa e da América do Norte, buscando marcar posição em economias de destacado crescimento nos últimos anos. Nos círculos acadêmicos e de pesquisa, os países em desenvolvimento têm sido, obviamente, objeto de estudo prioritário, sendo cada vez mais analisados.

Em conseqüência do crescente interesse da comunidade econômica acerca dos países em desenvolvimento, a renomada empresa de consultoria e pesquisa econômica Goldman Sachs passou a produzir, com maior freqüência, estudos a respeito destes países, tornando-se ao longo dos últimos anos uma das mais especializadas consultorias a respeito das economias emergentes. Em seu periódico econômico intitulado *Global Economics Paper*, a Goldman Sachs publicou em 2001 o artigo “*Building Better Global Economic BRICs*”, cunhando pela primeira vez este acrônimo que passou a designar as quatro mais relevantes economias em desenvolvimento – Brasil, Rússia, Índia e China. A partir de então, não somente cresceu a quantidade e profundidade dos estudos a respeito destes países, como também o destacado desempenho de suas economias veio justificando reiteradamente o grande interesse geral pelos BRICs.

Neste estudo, a Goldman Sachs mostrou, através de uma estimação feita com um modelo de crescimento de longo prazo, que nas próximas décadas a China será a maior economia do planeta, e Índia, Brasil e Rússia também figurarão entre os seis maiores PIBs do globo até o ano de 2050.

De particular interesse para a esfera internacional da economia, uma questão fundamental é a presença dos BRICs na dinâmica do comércio internacional. A participação relativa dos BRICs, em especial da China e da Índia, no comércio internacional é cada vez maior. Se considerada a abundância de recursos e o contingente populacional destes países, esta realidade não surpreende. Pode-se dizer que o potencial comercial destas grandes nações esteve durante muito tempo “adormecido”, em função do viés protecionista destas economias e de artificialidades de política comercial que inibiam, de parte destes países, a importação, e de parte das demais nações, a compra de produtos neles originados.

Com a atenuação das barreiras comerciais e o maior grau de especialização conquistado pelos BRICs em diversos setores da economia, elevou-se o seu *quantum*

de comércio exterior e a sua participação relativa em termos mundiais. A China por exemplo, que em 2000 respondia por 3,31% do comércio mundial (US\$ 530 bilhões de um total de US\$ 16 trilhões) viu sua participação saltar para 7,23% em 2007 (US\$ 2,467 trilhões, somadas as exportações e importações, de um total mundial de US\$ 34,1 trilhões). O comércio internacional total dos BRICs, que em 2000 correspondia a 6,09% das transações globais, subiu para 11,81% em 2007<sup>4</sup>.

Nas estimativas da Goldman Sachs para 2050, Brasil, Rússia, Índia e China deverão juntos representar mais em termos de PIB do que os países desenvolvidos. Em relação ao cenário do comércio exterior, no entanto, os estudos e estimativas desta consultoria não trouxeram previsões e análises.

O acesso existente a séries estatísticas, as estimações feitas pela Goldman Sachs, e a eficiente utilização de modelos econométricos que proporcionam novas estimações, permitem que sejam feitos exercícios para supor quão volumoso será o comércio internacional produzido pelos BRICs no futuro, passando este a ser o objeto específico de estudo a ser elucidado por esta pesquisa. O objetivo central deste trabalho, portanto, será estimar, através da aplicação da equação gravitacional de comércio, coeficientes e montantes relativos ao volume de comércio exterior a ser gerado entre os países do BRIC (Brasil, Rússia, Índia e China) até o ano de 2030. A pesquisa se valerá das estimações já realizadas pela Goldman Sachs a respeito do PIB destas economias para o mesmo ano e, a partir da combinação e análise de séries estatísticas, procurará estimar quanto cada um dos países BRIC estará exportando e importando entre eles em cenários de curto (2010), médio (2020) e longo prazo (2030).

Além desta parte introdutória, a pesquisa traz outros três capítulos que precedem uma seção de conclusões, sendo: o capítulo 2, que traz todos os detalhes das estimações da Goldman Sachs (2001) para os BRICs, além de um panorama geral da estrutura macroeconômica e as características gerais do setor externo de cada um dos países do grupo; o capítulo 3 compõe uma ampla resenha a respeito da equação gravitacional de comércio, suas propriedades teóricas, o histórico de suas aplicações e alguns dos mais relevantes estudos realizados com o uso deste método, eficiente para prever fluxos de comércio; e o capítulo 4, finalmente, traz uma descrição dos dados

---

<sup>4</sup> O anexo 1 traz o detalhamento da participação absoluta e relativa dos BRICs no comércio mundial ao longo da última década.

aqui apropriados, as abordagens econométricas e os principais resultados obtidos, tanto do ponto de vista as estimações como da aplicação dos coeficientes para as previsões de fluxo bilateral de comércio entre os BRICs nos anos de 2010, 2020 e 2030. A conclusão apresenta uma análise dos resultados, sua plausibilidade e algumas perspectivas para os BRICs.



## 2. OS BRICs E O CRESCIMENTO ECONÔMICO

O termo BRIC foi cunhado pela Goldman Sachs pela primeira vez em seu periódico *Global Economics Paper* – no artigo “*Building Better Global Economic BRICs*”, publicado em 30 de Novembro de 2001. Usado no contexto de quais seriam os tijolos (*bricks*, em inglês) fundamentais para construir a economia do século XXI, tratava-se na verdade de um acrônimo criado para designar Brasil, Rússia, Índia e China como um grupo de países. Embora estes países já estivessem atraindo especial interesse devido à pujança de seu crescimento econômico, foi a partir de então que passaram a ser analisados de forma conjunta e com uma identidade única – a dos países que alavancariam o crescimento do planeta nas próximas décadas.

Uma característica tem chamado a atenção da comunidade econômica e acadêmica a respeito dos BRICs: a intensidade e a continuidade de seu crescimento econômico, em especial de China e Índia. Números da economia pré-crise de 2008 mostram a China com um crescimento médio acima de 13% de seu PIB no período 2003-2007<sup>5</sup>. Neste mesmo período, a Índia cresceu em média 10,2%, a Rússia em média 8,5% e o Brasil teve neste espaço de tempo um crescimento médio de 4,2%, conforme ilustra a tabela 2.1 [FMI (2009)].

Se até 2008 o Brasil era referido como a incógnita entre os BRICs, agora as dúvidas recaem sobre a Rússia. De fato, o Brasil teve ao longo dos anos 2000 um crescimento mais moderado como fruto de um processo de estabilização macroeconômica que ainda estava – e está – acontecendo. Foi depois da crise de 2008 que a economia brasileira ressurgiu com maior dinamismo, destacando-se entre os países emergentes, e deixou de suscitar dúvidas sobre a sua condição de economia emergente global. Ainda sem números oficiais, o que se conhece é que a economia brasileira foi uma das menos afetadas pelos efeitos da crise ao longo de 2008 e 2009, e rapidamente retomou o crescimento, tendo recebido prognósticos que prevêem crescimentos recordes para o PIB de 2010.

---

<sup>5</sup> A maior parte dos índices econômicos desta pesquisa está atualizada até o ano de 2007. Além de obedecerem ao mesmo corte temporal das amostras de dados que serão utilizadas nas estimativas do capítulo 4, eles também são mais adequados por estarem disponíveis na sua totalidade, uma vez que os fechamentos da contabilidade nacional de alguns países não estavam disponíveis no momento da coleta de informações.

Já em relação à Rússia, os efeitos negativos da recente crise têm sido mais perceptíveis e duradouros. Não diferente dos demais países europeus, a Rússia está demorando mais para retomar um crescimento significativo. Apesar disso e como veremos na seqüência, o país ainda apresenta bases econômicas e estruturais que permitem prognosticar uma retomada importante de seu crescimento, principalmente à medida que a recuperação cíclica ocorrer mais intensamente na Europa.

**Tabela 2.1 – PIB Total e Taxas de crescimento dos BRICs – em US\$ milhões a preços correntes**

	CHINA		ÍNDIA		BRASIL		RÚSSIA	
	US\$	% crescimento	US\$	% crescimento	US\$	% crescimento	US\$	% crescimento
<b>2003</b>	1,641,000	10.0	573,000	6.8	552,000	1.1	431,000	7.3
<b>2004</b>	1,932,000	10.1	669,000	7.9	664,000	5.7	592,000	7.2
<b>2005</b>	2,236,000	10.4	784,000	9.2	882,000	3.1	764,000	6.4
<b>2006</b>	2,658,000	11.6	875,000	9.8	1,089,000	4.0	989,000	7.7
<b>2007</b>	3,382,000	13.0	1,101,000	9.3	1,334,000	5.7	1,294,000	8.1
<b>MÉDIA</b>	-	<b>11.02</b>	-	<b>8.60</b>	-	<b>3.92</b>	-	<b>7.34</b>

Fonte: FMI, World Economic Database, Out. 2009.

Se tomarmos como base os dados apresentados e consideramos que estes crescimentos têm sido alcançados a partir de números-base significativos – uma vez que os BRICs já estão entre as maiores economias do planeta, como se pode observar na tabela 2.2 – entenderemos o quanto significativa e sem precedentes é a dinâmica de crescimento alcançada por este grupo de nações.

**Tabela 2.2 – Ranking dos países com maiores PIB no mundo – 2007 Medidos pelo PIB corrente, em US\$ bilhões, final do período.**

1	EUA	14,077.65
2	Japão	4,380.39
3	<b>China</b>	3,382.45
4	Alemanha	3,328.18
5	Reino Unido	2,800.11
6	França	2,597.70
7	Itália	2,117.52
8	Espanha	1,442.91
9	Canadá	1,427.19
10	<b>Brasil</b>	1,333.50
11	<b>Rússia</b>	1,294.38
12	<b>Índia</b>	1,100.99

Fonte: FMI, World Economic Database, Out. 2009.

Os reflexos do crescimento destacado dos BRICs ficariam ainda mais nítidos se listássemos a mesma relação da tabela 2.2 retrocedendo no tempo para o ano 2000. Àquela época, apenas poucos anos atrás, a China era somente a sexta economia do mundo com um PIB de US\$ 1,198 trilhão; o Brasil surpreendentemente estava uma posição acima da atual, em nono lugar, porém com um PIB de US\$ 644 bilhões; a Índia aparecia na posição 13, com um PIB de US\$ 461 bilhões; e a Rússia nem sequer figurava entre as 15 maiores economias – estava na verdade no 18º lugar da lista, com um PIB de US\$ 259 bilhões.

Destas informações pode-se combinar outro dado interessante: a participação relativa dos BRICs na economia mundial. Tomados os mesmos dados de 2007 do FMI para PIB a preços correntes de todas as economias do mundo, a participação relativa de cada país do BRIC no PIB mundial era a seguinte: China – 6,03% (USD 3,38 trilhões de um PIB mundial de USD 55,997 trilhões em 2007); Índia – 1,96% (USD 1,1 trilhão); Brasil – 2,37% (USD 1.33 trilhão) e Rússia – 2,30% (USD 1,29 trilhão). Somados, portanto, os países do BRIC representavam, em 2007, 12,66% do PIB mundial.

De maneira intuitiva, pode-se prever que, sustentando os ritmos de crescimento atuais, os BRICs serão em breve economias de peso ainda mais relevante. Estes países contam com uma matriz econômica cuja intensidade de recursos faz com que a Goldman Sachs (2001) os considere os grandes mercados das próximas décadas, apostando na manutenção de um crescimento diferenciado destas economias.

## **2.1 Previsões para as economias dos BRICs em 2050**

Em 2001, Jim O'Neil, economista-chefe do banco de investimentos e agência de pesquisa econômica Goldman Sachs, divulgou o estudo *"Building Better Global Economic BRICs"*<sup>6</sup>. Nele, apresentou estimações para os níveis de PIB, renda per capita e movimentos cambiais para as principais economias do mundo, e destacou as projeções de Brasil, Rússia, Índia e China. Utilizando projeções demográficas, um modelo formal de acumulação de capital e respeitando tendências de crescimento nos padrões de produtividade, as previsões do relatório apontaram que somente os

---

<sup>6</sup> Este artigo, fundamental para esta pesquisa, será referido sempre como Goldman Sachs (2001) neste texto.

Estados Unidos e o Japão, entre os países desenvolvidos, seguiriam figurando na lista das seis maiores economias do planeta em 2050. Os outros quatro países a completar esta lista seriam os BRICs.

Em 2050, aponta o célebre estudo, as maiores economias do mundo deixarão de ser as mais ricas (em termos de renda per capita), tornando mais complexo o cenário geoeconômico do planeta. Entre as principais conclusões da pesquisa, estão os prognósticos de que os cidadãos dos BRICs deverão manter uma posição inferior em relação aos cidadãos do G6<sup>7</sup> em termos de renda per capita (com exceção da Rússia, cuja renda per capita deverá convergir mais rapidamente para os níveis dos países desenvolvidos da Europa). O maior crescimento dos BRICs levará a uma maior demanda por capital físico e financeiro nestes países, fazendo com que o seu peso nos portfólios de investimento aumente acentuadamente, atraindo o capital para si e intensificando o efeito de valorização das moedas destas economias.

As principais projeções são enquadradas pelo artigo em quatro áreas, a saber: tamanho da economia, ritmo de crescimento econômico, renda e demografia.

### **2.1.1 Metodologia da estimacão da Goldman Sachs**

Evitando a apressada admissão dos estudos da Goldman Sachs como verdadeiros sem antes ter-se o entendimento de seu teor científico, são trazidos aqui os principais atributos da metodologia utilizada para suas estimacões.

Usando as projeções demográficas mais recentes e um modelo de crescimento baseado na produtividade dos fatores e na acumulacão de capital, foram feitas estimativas para PIB e renda per capita das principais economias do mundo. As estimativas tomaram como hipótese principal a premissa de que os BRICs venham a, no mínimo, manter as atuais políticas voltadas ao crescimento econômico e desenvolvam aspectos institucionais que alicercem seu crescimento.

---

<sup>7</sup> O artigo da Goldman Sachs (2001) utiliza comparações com o que chama de G6 (que é o G7 menos o Canadá). Alega que o critério foi incluir na comparação somente economias desenvolvidas cujo PIB corrente superava US\$ 1 trilhão em 2000.

Para as estimações, foi utilizado um modelo de crescimento de longo prazo e, a partir dele, várias hipóteses foram assumidas dada a necessidade de modelagem de uma equação de crescimento. O modelo empregado foi uma equação de estimação do nível total de PIB (Y) em termos de trabalho (L), estoque de capital (K) e estado da tecnologia (A) da nação, o que corresponde à produtividade total dos fatores (TFP). De acordo com Blanchard (2007), a função pode ter nestas aplicações um formato simples da função de Cobb-Douglas, onde  $\alpha$  é a fração do PIB correspondente à variação do acúmulo de capital, a saber (equação 2.1):

$$Y = A K^\alpha L^{1-\alpha} \quad (2.1)$$

No intuito de trazer para a estimação os *inputs* necessários, a Goldman Sachs admitiu uma série de informações, resumidas assim:

- Para a variável trabalho (L), utilizou as projeções para a massa de população em idade de trabalho (15-60 anos) fornecidas pela US Census Bureau – dados do ano 2000.
- Para o estoque de capital (K) tomou o estoque de capital inicial de cada país, assumiu uma taxa de investimento por % do PIB e uma taxa de depreciação, visando calcular o crescimento do estoque de capital ao longo do tempo:

$$K^{t+1} = K^t (1 - \delta) + I^t \quad (2.2)$$

- Para a variável A (progresso tecnológico), assumiu que a tecnologia muda como parte de um processo contínuo de *catch up* – convergência – com os países mais desenvolvidos (ver também Blanchard, 2007). A velocidade da convergência neste modelo depende também da renda per capita da nação, assumindo que quanto mais próximos dos países avançados em termos de renda per capita os países em desenvolvimento chegassem, mais lentamente iria continuar crescendo sua produtividade total de fatores (TFP). Os países em desenvolvimento têm um crescimento mais acentuado do índice que mede a produtividade total dos fatores, porque em suas economias há espaço para este crescimento, em função da mais distante convergência com os países ricos.

$$A^t / A^{t-1} = 1.3\% - \beta \ln (Y/N_i / Y/N \text{ USA}) \quad (2.3)$$

onde  $\beta$  é um parâmetro logarítmico da velocidade da convergência e 1.3% é a hipótese de longo prazo que a Goldman Sachs assumiu para o ritmo de crescimento da produtividade total dos fatores nos Estados Unidos.

A partir destas premissas, foram assumidas as seguintes hipóteses para gerar as estimações efetivas:

- taxa de depreciação ( $\delta$ ), a qual assumiu-se ser de 4% conforme as estimativas do Banco Mundial para estoque de capital, trazidas no estudo;
- taxas de investimentos em relação ao PIB baseadas na história recente dos países – 19% para o Brasil, 22% para a Índia, 25% para a Rússia, e 36% para a China até 2010, diminuindo para 30% a partir de 2010;
- crescimento de longo prazo da produtividade total dos fatores dos Estados Unidos de 1,33%, assumindo uma taxa de crescimento do fator trabalho (L) no estado de crescimento equilibrado (*steady state*) de 2%;
- e a velocidade de convergência da Produtividade Total de Fatores ( $\beta$ ) de 1.5% a partir de uma pesquisa em estudos deste gênero junto à comunidade acadêmica.

Pelas características das estimações, tanto para o PIB quanto para as taxas de câmbio das moedas, os efeitos dos ciclos econômicos foram desconsiderados. Portanto, o modelo é nitidamente de tendência de longo prazo.

Por fim, e para diferenciar cada um dos países do BRIC a partir de suas realidades estruturais e conjunturais, o modelo assumiu que a velocidade da convergência para Brasil e Índia deveria ser menor do que para Rússia e China durante os primeiros 20 anos da série, devido ao menor grau de educação e instrução da população e às piores condições infra-estruturais destas economias. Porém, à medida que o tempo passasse, os quatro países do BRIC se equilibrariam em termos de estado tecnológico. Também assumiu que as taxas de investimento na China declinariam continuamente ao longo do tempo, pois estariam atualmente num patamar mais elevado do que o normal, com vistas à estruturação logística e produtiva do país. O mesmo modelo, com todo um pacote de hipóteses igualmente assumidas, foi usado a fim de projetar o crescimento dos países do G6 para propósitos comparativos.

### **2.1.2 Resultados das estimações**

As estimações realizadas pela Goldman Sachs trouxeram resultados, senão surpreendentes, no mínimo impactantes. As diversas projeções geradas pelo modelo de crescimento de longo prazo utilizado no estudo permitiram a visualização da

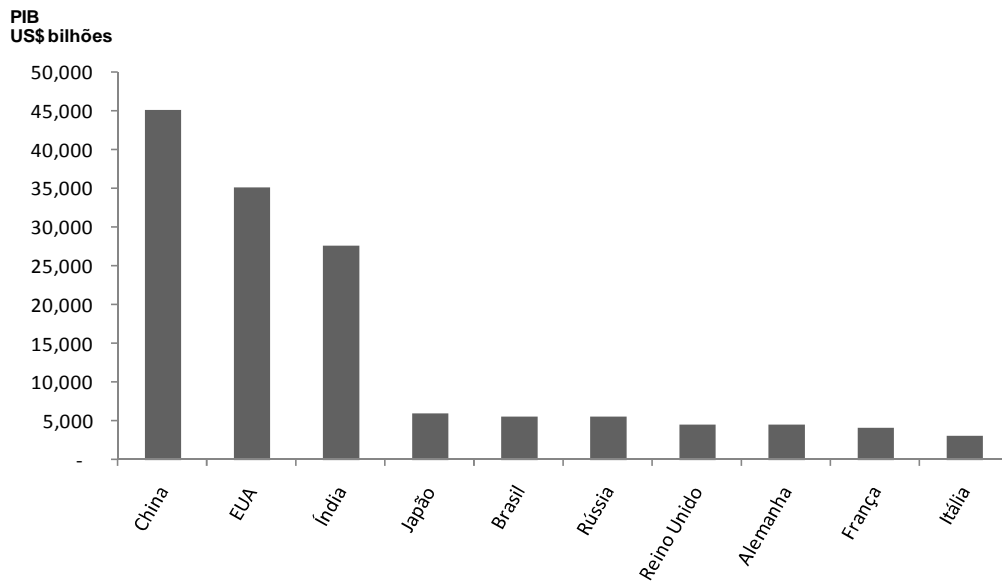
intensidade e da velocidade do crescimento econômico de todos os países que foram alvo do estudo – BRICs e economias do G6. Estes resultados foram organizados e apresentados em três grupos, reproduzidos na seqüência conforme o artigo original.

### **2.1.3 Tamanhos das economias**

Além de apresentar de maneira gráfica o tamanho projetado em dólares de cada uma das economias analisadas, o artigo trouxe, também, tabelas complementares detalhando a performance do PIB estimado de cada país para todo o período de projeção. Aceitas as hipóteses do modelo utilizado, conforme ilustra o gráfico 2.1, a China deverá ser ao final do período – em 2050 – a maior economia do planeta, seguida pelos Estados Unidos. A Índia aparece em terceiro lugar, seguida do Japão. Os outros dois BRICs – Brasil e Rússia – completam o ranking das seis maiores massas econômicas projetadas para 2050, superando tradicionais países desenvolvidos como Alemanha, Reino Unido e França. De acordo com estas projeções, as maiores economias teriam em 2050 um produto nos seguintes patamares<sup>8</sup> (em dólares americanos a preços correntes): China com US\$ 44,4 trilhões; EUA com US\$ 35,1 trilhões; Índia com US\$ 27,8 trilhões; Japão com US\$ 6,6 trilhões; Brasil com US\$ 6,0 trilhões e Rússia com US\$ 5,8 trilhões.

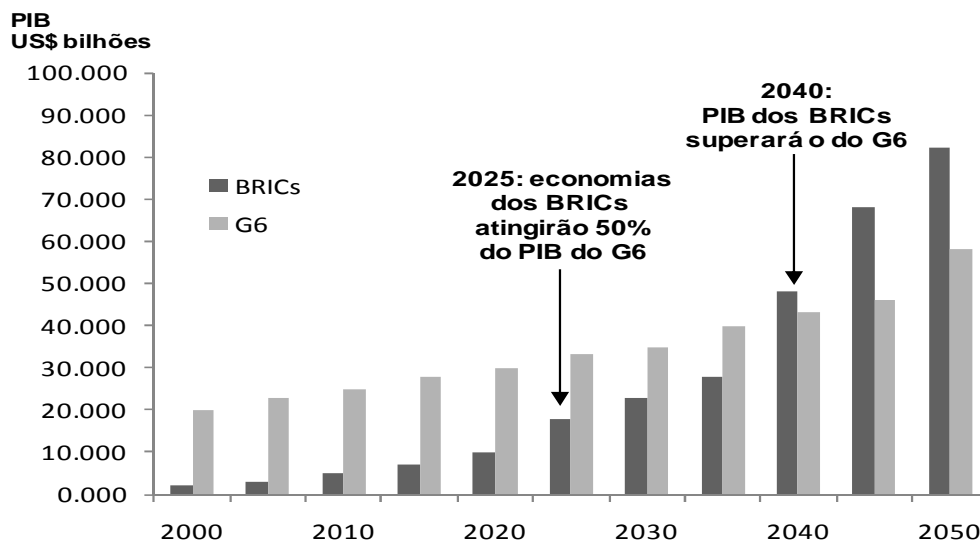
---

<sup>8</sup> O anexo 2 ao final deste trabalho traz o detalhamento dos valores de PIB estimados para os BRICs.

**Gráfico 2.1: As maiores economias do mundo em 2050 segundo as GS**

Fonte: Goldman Sachs, 2001.

À medida que também foram estimados os PIBs para cada um dos países do G6, o estudo realizou outra comparação interessante: tomou os valores agrupados dos PIBs dos BRICs para compará-los com os montantes agrupados do G6. Conforme mostra o gráfico 2.2, as estimativas denotam que a massa econômica dos BRICs superará a dos países desenvolvidos por volta de 2050, dando a dimensão da importância que os emergentes terão no cenário econômico e político do mundo.

**Gráfico 2.2: Comparativo entre o PIB agrupado dos BRICs e do G6 até 2050**

Fonte: Goldman Sachs, 2001.

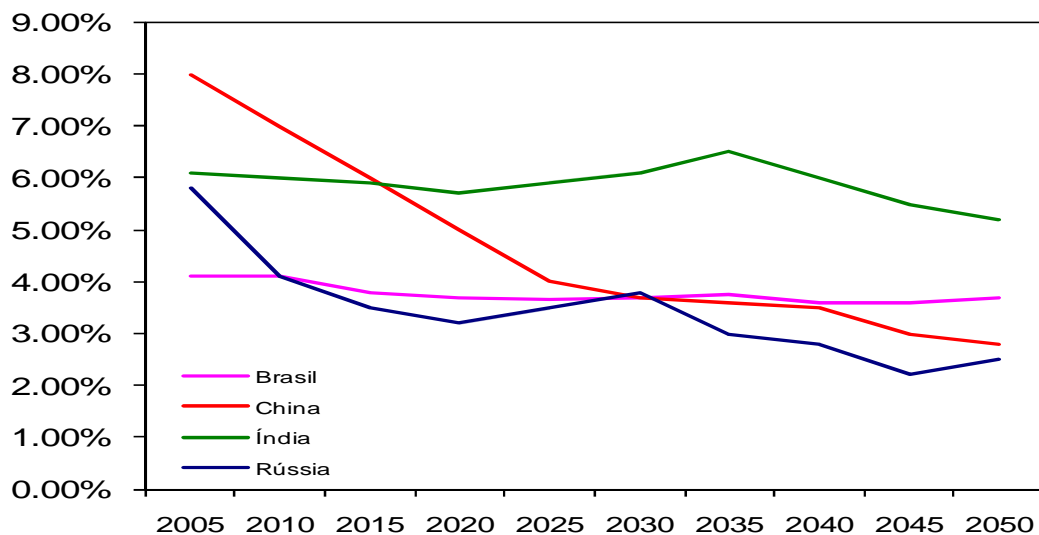


### 2.1.4 Taxas e ritmo de crescimento das economias

O gráfico 2.3 apresenta a velocidade e a sustentação do ritmo de expansão dos BRICs ao longo dos próximos 40 anos. De acordo com os resultados, no longo prazo a Índia é o país que mostra ter as propriedades mais adequadas para manter um crescimento intenso durante mais tempo. As taxas de crescimento do PIB da Índia, segundo as estimativas, poderiam se manter no patamar dos 5% ao ano durante todo o período da estimação – até 2050. Fatores predominantemente demográficos ajudam a explicar esta perspectiva, como será visto na seqüência.

**Gráfico 2.3: Taxas anuais de crescimento dos BRICs ao longo dos anos  
Estimativas até 2050**

Crescimento % Anual do PIB



Fonte: Goldman Sachs, 2001.

### 2.1.5 Renda per capita e demografia das economias

Os estudos da Goldman Sachs preocuparam-se em abranger também a dimensão do desenvolvimento econômico, tomando como medida a renda per capita estimada para os países, no intuito de contemplar o seu real enriquecimento (conceito mais abrangente do que o simples crescimento de seu produto). Em relação às previsões do modelo para a renda per capita, o que as estimações auferiram é que deverá haver um efeito irregular de convergência dos BRICs em direção ao mundo desenvolvido. A Rússia aparentemente sentirá mais este efeito, tendo sua renda per capita elevada aos patamares de algumas das economias desenvolvidas da Europa,

como a Espanha e a Itália. Já na China, Índia e Brasil, os níveis de renda da população continuarão sendo mais baixos, mantendo uma diferença substancial com os países desenvolvidos, como se pode observar na tabela 2.3.

As estimativas de renda per capita do estudo são fruto das informações demográficas trazidas para o modelo. Estas, quando analisadas especificamente, mostram uma perspectiva de crescimento demográfico mais estável para o Brasil, uma diminuição da população da Rússia e um crescimento declinante do contingente populacional chinês. A Índia, como exceção, deverá manter altas taxas de crescimento demográfico ao longo de todo o período, tornando-se o país mais populoso do mundo. As estimativas demográficas utilizadas pela Goldman Sachs foram retiradas dos modelos de grau de fertilidade e crescimento demográfico do US Census Bureau.

**Tabela 2.3 – Estimações do PIB per capita para os BRICs e o G6 – até 2050 – em US\$, valores correntes**

Ano	BRICs				G6					
	Brasil	China	Índia	Rússia	França	Alemanha	Itália	Japão	Reino Unido	EUA
2000	4.338	854	468	2.625	22.078	22.814	18.677	32.960	24.142	34.797
2010	3.417	2.330	804	5.948	26.314	26.877	23.018	36.172	30.611	42.926
2020	6.302	4.965	1.622	12.527	30.723	30.678	27.239	42.359	36.234	48.849
2030	9.823	9.809	3.473	22.427	35.876	33.898	20.177	49.944	41.194	57.263
2040	16.370	18.209	8.124	35.314	42.601	40.966	33.583	55.721	49.658	69.431
2050	26.592	31.357	17.366	49.646	51.594	48.952	40.901	66.805	59.122	83.710

Fonte: Goldman Sachs, 2001.

### 2.1.6 Considerações gerais e plausibilidade dos resultados

Em termos gerais, o que os resultados nos mostram, individualizando para cada um dos BRICs, é que o Brasil terá um crescimento médio de 3,6% nos próximos 50 anos, sendo em 2050 a 5ª economia do mundo. A Rússia terá o menor ritmo de crescimento entre os BRICs, mas atingirá a maior renda per capita entre este grupo de países em 2050, também porque sua população deixará de crescer ao longo deste século. A Índia terá as taxas de crescimento mais significativas entre os BRICs, tornando-se a 3ª maior economia em 2050, e sua população será a maior do planeta e não parará de crescer ao longo de todo o período, contribuindo também para que a Índia mantenha o menor nível de renda per capita entre os BRICs. Na China, o ritmo de crescimento diminuirá ao longo do tempo, mas a manutenção de um elevado grau de investimento, uma potente força de trabalho e a convergência ao estado de crescimento de equilíbrio tornarão este país o de maior PIB no mundo em 2050.

A questão suscitada nestes estudos é a de que se as estimativas apresentadas encontram fundamentos que permitem a aceitação de sua plausibilidade. A história dos estudos econômicos mostra através de exemplos que qualquer tentativa de projeção de longo prazo está sujeita a um elevado grau de incerteza. Para quanto mais longe olha-se o futuro, mais incertas tornam-se as variáveis. Previsões de que a URSS e o Japão (e, dizia-se, até o Brasil) ultrapassassem o tamanho do PIB dos EUA no início do século 21 foram vistas no meio acadêmico e econômico no passado e, no entanto, nem de perto se confirmaram.

A habilidade da atual estimativa é não simplesmente aplicar “médias” hipotéticas de taxas de crescimento, mas utilizar um modelo econômico de crescimento que capta uma desaceleração natural do ritmo de crescimento dos países à medida que aumenta o acúmulo de capital dos mesmos, tornando assim as projeções mais realistas e evitando as superestimativas, comuns em estimativas lineares feitas no passado sem as metodologias mais apropriadas.

As chamadas economias em desenvolvimento têm um alto potencial de crescimento durante o longo período em que seus fundamentos econômicos convergem para os daquelas economias em estágio de desenvolvimento avançado. Este potencial de crescimento tem duas explicações:

- a. a primeira é que o estágio inicial de volume de capital (por trabalhador) das economias emergentes é baixo, dando espaços para o crescimento (até atingirem o estado de crescimento de equilíbrio de longo prazo, chamado de *steady state* nos modelos de crescimento). Nesta situação, uma dada taxa de investimento resulta num crescimento superior do estoque de capital;
- b. a segunda é que a configuração global da economia faz com que os países em desenvolvimento tenham rápido acesso às novas tecnologias normalmente geradas nos países de ponta, estendendo os efeitos econômicos do progresso tecnológico no crescimento. Assim, o crescimento gerado pelo progresso tecnológico não fica restrito ao mundo desenvolvido.

O entendimento atual é de que o efeito da convergência – o *catch up* – limita o crescimento dos países no longo prazo, à medida que a acumulação de capital aumenta e aproxima o nível de desenvolvimento dos países aos das economias mais

avançadas. Este efeito está contemplado nas hipóteses destas estimações, tornando mais realísticos os dados projetados.

Algumas características fizeram do estudo da Goldman Sachs um conjunto de estimativas com fundamentação coerente, entre os quais se pode referir:

- as estimativas feitas em 2001 para o período 2001-2010 eram alinhadas com as estimações do FMI para o mesmo período (arredondando, crescimentos médios de 5% para a Rússia e o Brasil, 8% para a China e 5 a 6% para a Índia);

- embora as transformações nos níveis de PIB e taxas de câmbio dos países do BRIC pareçam dramáticas em termos absolutos, elas são, na verdade, muito menos expressivas do que as que alguns países sustentaram ao longo das últimas décadas, casos do Japão, Cingapura e Coreia do Sul, entre outros;

- para efeitos comparativos, a Goldman Sachs utilizou um modelo de crescimento totalmente diferente – o modelo LR (Levine-Renelt) – e encontrou resultados muito similares aos da estimação realizada através do modelo de Solow originalmente utilizado. No modelo LR, a taxa de crescimento futura é explicada como uma função da renda per capita inicial, da taxa de investimento inicial, do crescimento populacional e das taxas de escolaridade da população economicamente ativa. As projeções do modelo LR mostraram-se muito parecidas com a projeção principal, como mostra a tabela 2.4.

**Tabela 2.4 – Comparativo das estimações do crescimento do PIB anual com uso de diferentes modelos de crescimento**

Média de crescimento para 30 anos - % PIB real	Projeção Original Modelo de Solow	Projeção Alternativa Modelo LR
Brasil	3.7	3.3
Rússia	3.9	3.5
Índia	5.8	5.3
China	5.6	5.8

Fonte: Goldman Sachs, 2001.

Por último, foram tomados dados de países em 1960 e sobre estes aplicado o modelo de Solow usado na estimação dos BRICs para uma avaliação de sua assertividade. Os resultados desta estimação foram comparados com a trajetória real dos países ao longo dos anos, e mostraram conclusões encorajadoras. Para um grupo de países que em 1960 estavam “em desenvolvimento” (entre eles o Japão, que em

1960 era significativamente mais pobre que a Argentina), as estimações de crescimento ficaram inclusive abaixo do que de fato aconteceu. Exceções para o Brasil e a Argentina, países nos quais as políticas públicas do período 1960-2000 nem sempre apoiaram o crescimento econômico.

Além daquilo que os números mostram, é preciso dizer que existem aspectos preponderantes que os BRICs precisam perseguir em termos de políticas, para que as suas condições de crescimento sustentado se consolidem. Estas ações se dão, em maior ou menor escala dependendo do país, em quatro dimensões:

- Estabilidade macroeconômica: manter índices baixos de inflação, financiamento público ao investimento, e uma sólida política monetária e fiscal. Sabe-se que esta estabilidade não é uma situação normal dos BRICs, mas é algo que deverá ser seguido de forma imprescindível para que o crescimento projetado seja alcançado. Neste sentido, Brasil e Rússia parecem ser os países cujas tarefas no campo da macroeconomia sejam as mais árduas.
- Instituições: a instabilidade política desencoraja o investimento e prejudica o crescimento. Os BRICs devem perseguir o respeito às instituições, às leis, à democracia e à cidadania, como condição *sine qua non* para o crescimento sustentado. A Rússia enfrenta especial desafio neste aspecto, em decorrência da herança da sociedade planificada do século XX.
- Abertura: uma maior abertura comercial e aos investimentos externos garantirá uma melhoria contínua dos patamares de competitividade dos BRICs, sustentando seu crescimento. Índia e Brasil são os BRICs que apresentam maior grau de protecionismo atualmente.
- Educação: níveis mais elevados de educação são importantes para contribuir com um crescimento mais rápido, fruto da aceleração do *catch up* tecnológico com o mundo desenvolvido. O nível de educação é em geral bastante baixo nos BRICs, mas a Índia é quem terá o maior desafio neste quesito.

Como toda e qualquer previsão, as estimativas da Goldman Sachs (2001) podem não se confirmar. De qualquer modo, mesmo que não aconteçam na sua totalidade, os procedimentos adotados para a realização das estimações parecem coerentes e fundamentados.

## 2.2 Alguns dados atuais sobre a situação dos BRICs

Como as estimações do estudo da Goldman Sachs sobre os BRICs foram realizadas em 2001, o passar dos anos já permite que seja feita uma aferição parcial da assertividade de seus resultados. Nesta seção são apresentados dados estilizados dos quatro países em questão, comparando a situação atual de suas economias (pós-crise) com os prognósticos da Goldman Sachs (2001). São ponderados também os principais desafios que cada um dos BRICs tem a enfrentar em seu ambiente político-econômico, a fim de garantir que o crescimento se concretize.

Em relação aos impactos da recente crise financeira global, deve-se comentar que as previsões feitas pela Goldman Sachs em 2001 foram baseadas em um modelo de crescimento de longo prazo, que aceita os ciclos como parte da dinâmica econômica e neutraliza os seus efeitos no longo prazo. Portanto, o que se espera é que estes choques cíclicos, ainda que robustos, não devam afetar significativamente a eficácia das estimações. Pelo contrário, o fato é que menos de um ano após a crise ter sido controlada, o papel dos BRICs afirmou-se como uma realidade inquestionável. Brasil, Rússia, China e Índia representam hoje quase metade da população do planeta, 20% de seu território e aproximadamente 15% de seu PIB. O consumo nestes países cresce a ritmos muito maiores do que o das economias desenvolvidas, e a nova classe média dos BRICs assume o papel de novo motor da economia mundial. A grande massa de consumo do mundo nos próximos anos parece estar mesmo nas nações do BRIC.

O fenômeno de diminuição da pobreza e o ingresso de um grande contingente de pessoas na chamada classe média é de suma importância para o entendimento do crescimento econômico dos países emergentes. As forças da globalização libertadas, entre outros fatores, pela queda do comunismo, criaram um mundo com mais rápida convergência econômica e contração da desigualdade. A proporção de pessoas vivendo com menos de US\$ 1,25 por dia caiu de 52% em 1981, para 25% em 2005 (FMI, 2009). Mais de 50% da população mundial é, agora, da classe média. Segundo estudos do Banco Mundial (2010), o coeficiente de Gini (que mede a desigualdade de distribuição de renda) caiu de 0,653 para 0,556 de 1980 até 2007 devido, em grande parte, ao desempenho surpreendente dos países emergentes.

A presença de um mercado doméstico considerável – fruto de uma maior inclusão social e do aumento de tamanho da classe consumidora – a diversificação industrial e tecnológica excedendo as expectativas, fortes programas de investimento de governo relacionados à infra-estrutura, e uma gradativa liberalização dos seus sistemas financeiros apesar dos receios surgidos a partir da crise de 2008, têm sido marcos importantes para o crescimento da autonomia econômica e política dos BRICs.

### 2.2.1 Brasil

Dos quatro BRICs, o Brasil é o que supera mais amplamente as projeções de PIB e renda per capita feitas em 2001. Como mostra a tabela 2.5, os dados de PIB e renda per capita relativos ao ano de 2009 superaram em 153% e 156%, respectivamente, as projeções da Goldman Sachs (2001). O país teve em 2009 um PIB de US\$ 1,574 trilhão (preços correntes), o que proporcionou à sua população uma renda per capita de US\$ 8220.

**Tabela 2.5 – Dados do Brasil – Produto e Comércio**

<b>BRASIL</b>			
<b>PIB REAL</b>	Último dado oficial - 2009: <b>US\$ 1,574 trilhões</b>	Estimativa GS 2009: <b>US\$ 622 bilhões</b>	Variação % <b>153%</b>
<b>PIB PER CAPITA</b>	Último dado oficial - 2009: <b>US\$ 8220</b>	Estimativa GS 2009: <b>US\$ 3209</b>	Variação % <b>156%</b>
<b>EXPORTAÇÕES</b>	Último dado oficial - 2008: <b>US\$ 197.9 bilhões</b>	% do PIB 2008 <b>12.10%</b>	% Exportações Mundiais <b>1.20%</b>
<b>IMPORTAÇÕES</b>	Último dado oficial - 2008: <b>US\$ 182.4 bilhões</b>	% do PIB 2008 <b>11.15%</b>	% Importações Mundiais <b>1.10%</b>
<b>PRINCIPAIS PARCEIROS COMERCIAIS</b>	<b>1. ESTADOS UNIDOS</b>	<b>2. CHINA</b>	<b>3. ARGENTINA</b>
	<b>4. ALEMANHA</b>	<b>5. JAPÃO</b>	<b>6. HOLANDA</b>

Fonte: Informações de PIB do FMI, World Economic Database (Ago. 2010); informações de comércio da UN COMTRADE (Ago. 2010); estimativas da Goldman Sachs (2001).

Durante o período 2003-2007 o Brasil cresceu a uma média de 2,7% ao ano, abaixo do previsto pelos estudos da Goldman Sachs. Isto provocou o questionamento se o “B” deveria continuar fazendo parte da sigla. Naquele período, o país ficou não somente abaixo de suas próprias estimativas, como também foi o pior entre os BRICs, que no mesmo corte temporal cresceram às seguintes taxas médias: China 10,2%, Índia 8,0% e Rússia 6,9%.

No entanto, o país mostrou que o período de crescimento menor era parte de um processo de estabilização macroeconômica, condição necessária para o crescimento

de longo prazo. Passada a recente crise, saiu fortalecido como uma das economias mais destacadas, reduzindo as dúvidas sobre sua presença entre os BRICs.

Por outro lado, sua atuação no comércio exterior é ainda a mais acanhada entre os BRICs. O país detém apenas 1,2% das exportações e 1,1% das importações mundiais, de acordo com dados de 2008 mostrados na tabela 2.5. Uma nova posição nas relações internacionais terá de advir de êxitos em setores específicos (agronegócio e energia, mineração, perfuração e extração de petróleo *offshore*, aviões, conglomerados bancários gigantes e os efeitos multiplicadores para a indústria de serviços do investimento em infra-estrutura). E, em grande medida, pelo novo *status* de potência petrolífera viabilizado pelas descobertas do pré-sal.

Menos populoso em relação à China e Índia, mas com imensas riquezas naturais, fronteiras agrícolas ainda não exploradas e potencialidades energéticas, o Brasil conta com estes atributos para firmar-se entre os grandes emergentes. De todo modo, para a sustentabilidade do crescimento, precisará reconhecer e trabalhar seus problemas, que segundo a Goldman Sachs (2007) são<sup>9</sup>:

- o Brasil poupa e investe pouco em relação a seu PIB. Um ajuste fiscal mais abrangente e eficiente precisará ser feito para aumentar as taxas de poupança e investimento da economia;
- o país precisará aprofundar sua abertura comercial, buscando acordos de comércio multilaterais que diversifiquem os alvos de sua política comercial externa;
- a qualidade da educação deverá ser uma prioridade absoluta, a fim de agregar valor ao capital intelectual no longo prazo;
- o governo precisará conduzir ações nacionais de investimento em infra-estrutura, como as recentemente contempladas pelos PAC – Programas de Aceleração de Crescimento;
- por último, implementar uma profunda e compreensível reforma trabalhista.

### 2.2.2 Rússia

Ao contrário do que aconteceu com o Brasil, a Rússia sustentou um crescimento forte antes de 2008, porém foi atingida mais profundamente pela crise financeira

---

<sup>9</sup> Avaliações extraídas do relatório BRICs and Beyond, da Goldman Sachs (2007).



daquele ano e tem encontrado maiores dificuldades para retomar o caminho do crescimento.

**Tabela 2.6 – Dados da Rússia – Produto e Comércio**

<b>RÚSSIA</b>			
<b>PIB REAL</b>	Último dado oficial - 2009: <b>US\$ 1,229 trilhões</b>	Estimativa GS 2009: <b>US\$ 780 bilhões</b>	Varição % <b>57%</b>
<b>PIB PER CAPITA</b>	Último dado oficial - 2009: <b>US\$ 8693</b>	Estimativa GS 2009: <b>US\$ 5470</b>	Varição % <b>58%</b>
<b>EXPORTAÇÕES</b>	Último dado oficial - 2008: <b>US\$ 471.6 bilhões</b>	% do PIB 2008 <b>28.41%</b>	% Exportações Mundiais <b>2.90%</b>
<b>IMPORTAÇÕES</b>	Último dado oficial - 2008: <b>US\$ 291.9 bilhões</b>	% do PIB 2008 <b>17.58%</b>	% Importações Mundiais <b>1.80%</b>
<b>PRINCIPAIS PARCEIROS COMERCIAIS</b>	<b>1. ALEMANHA</b>	<b>2. ESTADOS UNIDOS</b>	<b>3. ITÁLIA</b>
	<b>4. CHINA</b>	<b>5. UCRÂNIA</b>	<b>6. FINLÂNDIA</b>

Fonte: Informações de PIB do FMI, World Economic Database (Ago. 2010); informações de comércio da UN COMTRADE (Ago. 2010); estimativas da Goldman Sachs (2001).

De 1999 a 2007, o país cresceu a uma média de 6.8% ao ano, recuperando-se da moratória e da conturbada década de 1990. A alta do preço do petróleo – principal produto nacional – foi determinante para reparar a conjuntura econômica da Rússia, e atrelado a uma conduta político-econômica austera, garantiu a boa performance da década. O país conseguiu reduzir sua dívida de 150% para cerca de 10% do PIB e acumulou reservas em moeda estrangeira, garantindo assim uma maior blindagem para a moeda doméstica, além de criar um fundo de estabilização para as oscilações do preço do petróleo. Ainda assim, o crescimento dos últimos anos aconteceu sem grandes investimentos, graças à subutilização da economia – resquícios do período soviético. Neste sentido, a produtividade do trabalho cresceu à impressionante média de 6% nos últimos anos. Mais recentemente, a falta de investimentos começou a apresentar seus gargalos, e apesar da crise e da recessão atuais, há sinais claros de que o investimento está sendo retomado e garantirá uma nova fase de crescimento da economia. O investimento público, em especial, acontecerá mais fortemente nos próximos anos, com foco em rodovias, ferrovias, portos, oleodutos e outros projetos de infra-estrutura. Durante o período 2000-2006, investimentos de capital no país cresceram a uma taxa média de 11% ao ano. O investimento externo direto também cresceu, passando de uma média de 0.9% do PIB entre 1993 a 1998, para 1.8% de um PIB bastante maior no período 2000-2006 [ver GOLDMAN SACHS (2007)].

O fato é que os efeitos da crise sobre toda a Europa provocaram uma forte recessão na Rússia, que em 2009 viu seu PIB real recuando mais de 6% em relação

ao ano anterior. Ainda assim, os dados reais de PIB e renda per capita em dólares relativos a 2009 (FMI, 2010) superaram em 57% e 58% respectivamente, as projeções da Goldman Sachs (2001). Como mostra a tabela 2.6, o país teve em 2009 um PIB de US\$ 1,229 trilhão (preços correntes) e uma renda per capita de US\$ 8693.

No setor externo, a Rússia conta com um rublo relativamente depreciado e com um volume imenso de exportações de petróleo, o que a faz figurar entre os maiores exportadores do planeta com uma participação de quase 3% nas exportações mundiais [UN COMTRADE (2010)].

Neste cenário de lenta recuperação em que o país se encontra, há um aspecto positivo a ser destacado, que é uma maior estabilidade política em função da manutenção da conduta de governo ao longo da última década. Dada esta estabilidade, espera-se que à medida que a Europa começar a se reequilibrar, o investimento da União Européia deva fluir fortemente para a Rússia, que é a última fronteira da Europa, permitindo ao país a retomada de um crescimento consistente.

Contudo, os maiores riscos que envolvem o crescimento sustentado da Rússia estão segundo estudos recentes, na dependência do petróleo, no risco de instabilidade política e na corrupção institucional. Além disso, um sistema financeiro ainda precário pode colocar em jogo a consolidação de sua economia (GOLDMAN SACHS, 2007).

### **2.2.3 Índia**

A Índia foi, antes da Revolução Industrial, a segunda maior economia do mundo, respondendo por 20% da riqueza do planeta. Nos anos 1970, caiu para 3%. Em uma perspectiva de longo prazo, o declínio econômico da Índia se deveu a uma longa estagnação atribuída à sua falta de abertura, intervencionismo político e restrições à liberdade econômica. A partir de 1991 foram removidos gradativamente alguns obstáculos, reintegrando o país ao cenário econômico mundial. Na atual década é um dos países de maior crescimento do PIB.

Tabela 2.7 – Dados da Índia – Produto e Comércio

<b>ÍNDIA</b>			
<b>PIB REAL</b>	Último dado oficial - 2009: <b>US\$ 1,235 trilhões</b>	Estimativa GS 2009: <b>US\$ 853 bilhões</b>	Variação % <b>44%</b>
<b>PIB PER CAPITA</b>	Último dado oficial - 2009: <b>US\$ 1030</b>	Estimativa GS 2009: <b>US\$ 748</b>	Variação % <b>37%</b>
<b>EXPORTAÇÕES</b>	Último dado oficial - 2008: <b>US\$ 177.5 bilhões</b>	% do PIB 2008 <b>14.71%</b>	% Exportações Mundiais <b>1.10%</b>
<b>IMPORTAÇÕES</b>	Último dado oficial - 2008: <b>US\$ 293.4 bilhões</b>	% do PIB 2008 <b>24.31%</b>	% Importações Mundiais <b>1.80%</b>
<b>PRINCIPAIS PARCEIROS COMERCIAIS</b>	<b>1. ESTADOS UNIDOS</b>	<b>2. JAPÃO</b>	<b>3. REINO UNIDO</b>
	<b>4. ALEMANHA</b>	<b>5. BÉLGICA</b>	<b>6. CHINA</b>

Fonte: Informações de PIB do FMI, World Economic Database (Ago. 2010); informações de comércio da UN COMTRADE (Ago. 2010); estimativas da Goldman Sachs (2001).

A tabela 2.7 mostra que as projeções da Goldman Sachs para PIB e renda per capita da Índia foram superadas em 44% e 37%, respectivamente, na comparação para o ano de 2009. O país tem apresentado um crescimento contínuo, fomentado por seu abundante contingente populacional e por uma constante realocação de uso da terra, do capital e principalmente da mão-de-obra, de uma agricultura de baixa produtividade para indústria e serviços especializados de alta produtividade. No setor industrial em específico, o país tem conseguido uma maior diversificação, avançando não somente em setores tradicionais como o têxtil e o de produtos eletrônicos, mas também em construção naval, químicos, aço e comunicações (GOLDMAN SACHS, 2007).

Outras oportunidades de crescimento do país incluem:

- uma maior atratividade a investimentos externos diretos, que ainda são relativamente baixos e têm contribuído pouco para o atual crescimento;
- a continuidade do processo de urbanização do país;
- maior abertura comercial: a diminuição gradual e intensa de tarifas de importação e a adoção de políticas de exportação recolocaram a Índia no cenário do comércio internacional. As tarifas de importação que comumente alcançavam os 200% em 1991 caíram para médias inferiores a 15%, e as medidas de incentivo à exportação, em outra frente, levaram a Índia a um ganho de participação no comércio mundial. A participação do comércio externo no PIB indiano ainda é pouco significativa, como mostra a tabela 2.7, portanto a sua participação no comércio mundial ainda pode crescer consideravelmente.

No entanto, o país também enfrenta riscos para consolidar um processo de crescimento contínuo que lhe garanta um PIB tão grande quanto o estimado pela

Goldman Sachs. O que se conhece é que a Índia terá de fazer progressos contínuos na redução de seu déficit fiscal, melhorar a educação de sua população, reduzir gradativamente o protecionismo e preocupar-se com a degradação do meio-ambiente como parte de seu processo de crescimento. Reformas no sistema de educação e nas leis trabalhistas são necessárias para garantir o crescimento, ou tensões sociais e políticas poderão se fortalecer e dificultar as reformas, comprometendo as dinâmicas de mercado (GOLDMAN SACHS, 2007).

A degradação do meio-ambiente é também um risco crítico para o crescimento de longo prazo da Índia. O país segue sendo predominantemente rural, com as águas das monções sendo fundamentais para a satisfatória produção agrícola. Com a crescente urbanização, o desenvolvimento industrial e a crescente demanda por energia, a Índia será um protagonista do aquecimento global. Mudanças climáticas podem desestabilizar o clima de monções, com graves implicações na produção agrícola do país. De fato, períodos de estiagem já começam a ocorrer com maior frequência. Para não comprometer seu potencial de crescimento, o país deverá estabelecer políticas de proteção ao meio ambiente e aos recursos naturais.

#### **2.2.4 China**

A transformação da China é um dos acontecimentos econômicos mais dramáticos e intensos das recentes décadas. Segundo as Nações Unidas (UN COMTRADE, 2009), durante o período 1979-2005 a taxa média de crescimento da economia chinesa foi de 9,6% ao ano, e sua integração à economia internacional foi notável: sua participação no comércio mundial de produtos saltou de menos de 1% em 1979 para 8,9% em 2008.

A tabela 2.8 mostra que a performance da economia chinesa em 2009 superou as previsões de 2001 em 81%, tanto para seu PIB real como para a renda per capita de sua população.

**Tabela 2.8 – Dados da China – Produto e Comércio**

<b>CHINA</b>			
<b>PIB REAL</b>	Último dado oficial - 2009: <b>US\$ 4,908 trilhões</b>	Estimativa GS 2009: <b>US\$ 2,699 trilhões</b>	Varição % <b>81%</b>
<b>PIB PER CAPITA</b>	Último dado oficial - 2009: <b>US\$ 3677</b>	Estimativa GS 2009: <b>US\$ 2023</b>	Varição % <b>81%</b>
<b>EXPORTAÇÕES</b>	Último dado oficial - 2008: <b>US\$ 1,428 trilhão</b>	% do PIB 2008 <b>31.60%</b>	% Exportações Mundiais <b>8.90%</b>
<b>IMPORTAÇÕES</b>	Último dado oficial - 2008: <b>US\$ 1,132 trilhão</b>	% do PIB 2008 <b>25.06%</b>	% Importações Mundiais <b>6.90%</b>
<b>PRINCIPAIS PARCEIROS COMERCIAIS</b>	<b>1. ESTADOS UNIDOS</b>	<b>2. JAPÃO</b>	<b>3. ALEMANHA</b>
	<b>4. CORÉIA DO SUL</b>	<b>5. FRANÇA</b>	<b>6. TAIWAN</b>

Fonte: Informações de PIB do FMI, World Economic Database (Ago. 2010); informações de comércio da UN COMTRADE (Ago. 2010); estimativas da Goldman Sachs (2001).

O país tem conquistado cada vez maior participação no cenário do comércio exterior, aparecendo nos números oficiais da OMC como o segundo maior exportador de mercadorias em 2008, com 8.9% de participação nas vendas mundiais. Dados mais recentes e ainda extra-oficiais destacam que nos primeiros quatro meses de 2010, a China tornou-se líder na exportação de produtos, superando a Alemanha [UNITED NATIONS (2010)].

Esta expansão significativa no comércio internacional foi um fator preponderante para posicionar a China entre as maiores potências econômicas do planeta. As atividades industriais do país têm se diversificado, partindo de uma matriz mais trabalho-intensiva de produtos de baixa tecnologia, para um novo pacote que inclui também produtos mais complexos, intensivos em capital e tecnologia. Esta abertura para o comércio ao longo dos últimos 30 anos é um dos mais impressionantes aspectos de sua reforma econômica e estrutural. A China migrou de uma economia centro-planificada para um modelo de mercado, através de uma transição gradativa e eficientemente conduzida, que foi simbolizada por sua entrada na OMC em 2001 (GOLDMAN SACHS, 2007).

Apesar deste longo período de crescimento sem precedentes, a China tem desafios a enfrentar para garantir que o crescimento econômico perdure e reflita melhorias mais abrangentes nas condições de vida de sua população. De um modo geral, o país ainda precisa trabalhar muito para intensificar a diminuição das desigualdades regionais, dando acesso ao desenvolvimento também para as pessoas mais distantes da costa leste, onde atualmente se encontra o eixo do crescimento do país.

A China tem se beneficiado de seu gigantesco contingente de mão-de-obra, porém as projeções demográficas sugerem que o crescimento da força de trabalho diminuirá e finalmente declinará, fazendo com que o crescimento econômico passe a se dar necessariamente por outros fatores. De fato, a população da China é a que envelhece mais rapidamente entre os BRICs [ver Goldman Sachs (2001) e Goldman Sachs (2007)]. Aparentemente, no entanto, o país está dando os passos necessários em relação à educação de sua população e à qualificação de seu mercado de trabalho, de modo a lidar bem com as eventuais restrições que as limitações demográficas vierem lhe ocasionar.

Por fim, os próprios chineses não acreditam mais que possam continuar poluindo o caminho para a prosperidade. A China já tem sérios problemas ambientais e, uma produção mais limpa propiciada por uma fórmula de crescimento que dependa menos dos recursos da natureza, deve ser o desafio mais árduo a ser enfrentado pelo país, na busca de um crescimento sustentado.

### **3. ASPECTOS EMPÍRICOS: O MODELO GRAVITACIONAL DE COMÉRCIO**

O modelo gravitacional passou a ser utilizado em aplicações econométricas a partir da década de 1960, e mostrou propriedades empíricas consistentes. Durante muito tempo, no entanto, buscou-se validá-lo também teoricamente, sem obtenção de êxito em função da carência de fundamentações teóricas que o respaldassem. Ainda assim, continuou sendo aplicado e acabou por gerar alguns estudos de grande relevância nas áreas do comércio internacional, da análise de blocos econômicos, de políticas comerciais, efeito fronteira, assim como em estudos de economia regional e desenvolvimento, análises demográficas, entre outros. A partir dos anos de 1990, as tentativas de vinculação dos comportamentos do modelo às reconhecidas teorias do comércio, em especial a Teoria de Heckscher-Ohlin e a Teoria dos Retornos Crescentes do Comércio, trouxeram ao modelo a sustentação teórica que lhe faltava.

De forma resumida, pode-se verificar três principais objetivos nas aplicações empíricas do modelo gravitacional de comércio: para mensurar o efeito dos Acordos Preferenciais de Comércio sobre os fluxos internacionais [como em AZEVEDO (2004) e EICHENGREEN *et al.* (2004)]; para avaliar o efeito fronteira [por exemplo LEUSIN Jr. e AZEVEDO (2009)]; e para estimações sobre fluxos de comércio futuro entre os países [como HAMILTON e WINTERS (1992); WANG e WINTERS (1992)].

Esta seção apresenta um detalhamento conceitual sobre o modelo gravitacional, advindo da pesquisa em estudos já publicados, realizados tanto no campo teórico como no campo empírico, a respeito da equação gravitacional de comércio. Discorrer sobre as origens, as primeiras aplicações, a forma e as características desta metodologia objetiva aqui explicitar que este é um instrumental adequado para a estimação de volume e direção de comércio bilateral, proposta-objetivo deste estudo.

#### **3.1. Origem do modelo gravitacional**

A analogia com as forças gravitacionais, baseada na Lei de Newton da atração universal dos corpos (os corpos atraem-se com uma força que é diretamente proporcional ao tamanho de suas massas, e inversamente proporcional ao quadrado

da distância que os separa) foi utilizada nas ciências sociais desde meados do século XIX para explicar fenômenos migratórios. Mas foi Isard (1960) quem definitivamente introduziu os modelos gravitacionais na ciência econômica, no âmbito da economia regional, sendo o seu objetivo calcular o potencial da mobilidade do fator trabalho entre as diferentes regiões dos Estados Unidos.

Embora a informação apresente leve divergência entre diferentes fontes, pode-se considerar que o uso do modelo gravitacional para estimar fluxos de comércio teve início nos anos 1960, a partir do pioneirismo dos trabalhos de Tinbergen (1962), Poyhonen (1963) e Linnemann (1966)<sup>10</sup>, cujos estudos contemplaram as variáveis básicas e as *proxies* para determinar o comércio bilateral entre países, que de maneira geral ainda hoje são utilizadas, relacionadas à oferta e demanda potencial total dos países e à resistência ao comércio entre eles. O objetivo dos pioneiros na aplicação do modelo gravitacional era obter um método capaz de estimar fluxos internacionais de comércio. Assim como em outras estimações na economia, o modelo tardou a alcançar uma compleição teórica mais consistente.

Apesar de suas carências teóricas iniciais, a equação gravitacional sempre se mostrou apropriada em termos empíricos, sendo citada em resenhas técnicas como um dos dispositivos metodológicos mais bem sucedidos dos últimos 25 anos nas áreas da estimação econométrica. Trata-se de um modelo destacadamente versátil, sendo aplicado em uma vasta variedade de circunstâncias que envolvem a economia nacional e internacional. E seus resultados costumam ser satisfatórios e coerentes com a realidade dos fatos.

Conforme mencionado, a forma elementar da equação gravitacional foi apresentada nos anos 1960 nos estudos de Tinbergen (1962) e Poyhonen (1963), entre outros. Na crítica de Bergstrand (1985), estas modalidades iniciais da equação eram limitadas por não abrirem espaço para *dummies* que refletissem as relações comportamentais envolvendo os preços dos produtos. Em 1966, Linnemann foi quem

---

<sup>10</sup> Alguns estudos não atribuem a Tinbergen (1962) e Poyhonen (1963) o pioneirismo na aplicação do modelo gravitacional pois, devido a estes autores utilizarem um modelo extremamente simples, sem a adição de *dummies*, é tido como se estes trabalhos utilizassem uma espécie de “pré-modelo” gravitacional. Nestes casos, a aplicação pioneira do modelo é atribuída a Linnemann (1966), que de fato o ampliou adicionando parâmetros de erro e dando à equação o formato que a tornou conhecida e aceita. Neste estudo, o método, então de vanguarda, é reconhecido para os três autores, como faz Bergstrand (1985, p. 474).



primeiro chamou atenção para este aspecto, admitindo o poder explicativo do modelo e sua consistência estatística, mas ponderando que sua aplicação para propostas de previsão ficava limitada devido ao modelo ser uma equação em que os preços eram sempre excluídos, “já que preços servem para meramente ajustar à igualdade oferta e demanda”. Porém Linnemann contestava que esta alegação não se comprovava empiricamente, e a partir dela a equação gravitacional básica carecia de complementações. Ele propôs então uma maneira mais pragmática de combinar três conjuntos de dados para determinar fluxos de comércio bilateral – a demanda dos importadores, a oferta dos exportadores e os custos relativos das transações internacionais [WANG e WINTERS (1992, p. 113)].

A partir das proposições de Linnemann, durante os 20 anos seguintes às suas contribuições a equação gravitacional aplicada a agregados de fluxos de comércio internacional foi estimada em sua forma elementar. Ainda assim, seu êxito empírico induziu a uma grande curiosidade a respeito de seu comportamento intrínseco. Nas décadas 1980 e 1990 novas ampliações surgiram a partir destes estudos, incorporando ao modelo gravitacional refinamentos matemáticos e estatísticos capazes de melhorar cada vez mais seu alcance econômico.

Foi nos anos de 1990 que os desdobramentos relativos do modelo passaram a ser analisados sob a ótica das teorias do comércio, na busca de um entendimento sobre os comportamentos da equação a partir das premissas estabelecidas pela teoria de Heckscher-Ohlin e a pela teoria dos Retornos Crescentes do Comércio. Os fundamentos teóricos neoclássicos, até então utilizados, eram frágeis para explicar seu funcionamento. Mas o desenvolvimento da “nova” teoria do comércio internacional trouxe-lhe acrescida solidez.

Atualmente, considera-se que o modelo gravitacional de comércio está respaldado pelas principais teorias do comércio internacional, sendo portanto um modelo pertinente, pelo caráter diferenciado dos resultados que produz e pelo entendimento fundamentado dos comportamentos de suas propriedades. O desenvolvimento da esfera da validação científica da equação gravitacional, aliado à modernização dos recursos matemáticos e estatísticos que servem de plataforma para sua execução, permite atualmente a geração de equações bastante refinadas, as quais passam por minuciosa testagem para a garantia de sua aderência. Em particular, sua

base teórica atual é referida pela forma como a dimensão econômica e os custos de transportes podem explicar os fluxos de comércio, a par das diferenças em dotações de fatores.

### 3.2. Equação gravitacional básica e refinamentos

Praticamente todos os estudos a respeito desta metodologia preocupam-se em explicitar sua composição formal [por exemplo, ANDERSON (1979); AZEVEDO (2004); BERGSTRAND (1985); EICHENGREEN *et al.* (2004); WANG e WINTERS (1992)]. Embora a notação delas, em seu formato elementar, tenha pequenas diferenças, todas apresentam basicamente os mesmos elementos. Para demonstrar a formalização básica desta equação, transcreve-se a notação (3.1) apresentada por Azevedo (2004):

$$\ln M_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \ln Y_i + \beta_2 \ln Y_i / N_i + \beta_3 \ln Y_j + \beta_4 \ln Y_j / N_j + \beta_5 \ln D_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (3.1)$$

Nesta equação de formato elementar,  $M_{ij}$  é o volume do fluxo entre  $i$  e  $j$ , podendo  $i$  e  $j$  serem entendidos aqui como países (normalmente o modelo gravitacional se aplica para estimações envolvendo fluxos de comércio internacional, de modo que os agrupamentos referem-se tipicamente a países ou grupos de países) ou estados, regiões, etc.  $M_{ij}$  será, portanto, a corrente de comércio entre  $i$  e  $j$ , sendo esta uma função das seguintes variáveis:

- $Y_i$  e  $Y_j$  sendo as rendas (representadas normalmente em termos de PIB ou PNB) dos países ou regiões em questão;
- $N_i$  e  $N_j$  sendo as populações dos países ou regiões em questão;
- $Y/N$  – é a relação PIB/população, também referida como PIB per capita dos países  $i$  e  $j$ ;
- $D_{ij}$  sendo a distância entre os países ou regiões em questão;
- $\beta_0$  a  $\beta_5$  – são os parâmetros ou coeficientes de elasticidade obtidos com a estimação da equação;
- $\varepsilon$  – é o erro admitido, com distribuição lognormal, que opera como variável *dummy* para um determinado *input*.

De maneira interpretativa, a equação gravitacional acima assume que a corrente bilateral de comércio entre  $i$  e  $j$  depende, então, de cinco fatores: o PIB dos dois países, as populações dos dois países, e a distância entre eles.

Os refinamentos mais recorrentes do modelo gravitacional são aqueles que refletem as dificuldades para o comércio, tanto naturais quanto artificiais. As naturais estão mais relacionadas às distâncias e custos de transporte e transação. As artificiais estão relacionadas às políticas comerciais e às relações históricas entre os países. Como em Wang e Winters (1992), as variáveis naturais são representadas por uma *dummy* de adjacência, que é não-nula quando os países  $i$  e  $j$  são fronteiriços. Nesta mesma ampliação, as variáveis artificiais são representadas por *dummies* de acordos preferenciais de comércio, sendo não-nulas quando os países  $i$  e  $j$  gozam de preferências comerciais.

Ao longo do tempo, além das variáveis explicativas principais, outros diversos refinamentos foram introduzidos à formulação básica do modelo gravitacional para melhorar seu poder explicativo, incluindo variáveis como a área dos países, distâncias relativas, além de *dummies* para captar a importância de os países terem a mesma língua, serem adjacentes, terem alguma relação histórica do tipo matriz-colônia, fazerem parte de um mesmo bloco econômico, etc., formando um conjunto de variáveis econômicas, geográficas e culturais para explicar os fluxos do comércio bilateral.

Um exemplo mais abrangente é o formato da equação no estudo de Azevedo (2004, p. 319). Sua forma definitiva possui doze variáveis além do parâmetro de erro. No intuito de ilustrar estas ampliações, abaixo é transcrita uma das formas da equação (3.2) de Azevedo (2004), não sendo esta ainda a sua equação definitiva, mas já apresentando *dummies* adicionais que enriquecem o modelo. Nesta equação, a notação e as variáveis são as seguintes:

$$\ln M_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \ln Y_i + \beta_2 \ln Y_i / N_i + \beta_3 \ln Y_j + \beta_4 \ln Y_j / N_j + \beta_5 \ln Dist_{ij} + \beta_6 \ln RD_{ij} + \beta_7 \ln A_i + \beta_8 \ln A_j + \beta_9 ADJ_{ij} + \beta_{10} I_i + \beta_{11} I_j + \sum \beta_q L_{qij} + \varepsilon_{ij} \quad (3.2)$$

- $M_{ij}$ ,  $Y$ ,  $N$ ,  $Y/N$  e  $Dist_{ij}$  – são os mesmos que na equação (3.1) básica;

- $RD_{Disti}$  – é a distância relativa dos países exportadores, ponderada pela participação do PIB dos países exportadores no PIB mundial;
- $A$  – é a área territorial dos países  $i$  e  $j$ ;
- $ADJ_{ij}$  – é a dummy que assume o valor 1 se os países são adjacentes (possuem fronteira territorial) e 0 em caso de não-adjacência;
- $L_{ij}$  – é a dummy que assume o valor 1 se os países falam a mesma língua (é adicionada uma dummy para cada diferente idioma) e 0, caso contrário;
- $I$  – é a dummy que assume o valor 1 se o país é uma ilha e 0, caso contrário;
- $q$  – revela que ambos os países falam a mesma língua ( $q=1, \dots, 4$ );
- $\beta_0$  a  $\beta_{11}$  – são os parâmetros coeficientes a serem gerados pela estimação;
- $\varepsilon$  – é o erro admitido.

Existe evidentemente uma série de outras ampliações ao modelo gravitacional e, à medida que novos estudos surgem utilizando esta metodologia, novas contribuições são agregadas<sup>11</sup>. No entanto, para fins de citação e referência para este estudo, a equação (3.2) possui satisfatória abrangência.

Entendidas as notações fundamentais da equação, parte-se para o entendimento do comportamento de suas variáveis. Entender as relações econômicas entre os componentes do modelo permitirá compreender as razões pelas quais comportamentos específicos (em termos de resultados) são esperados para o coeficiente de cada variável.

Para começar, assume-se que o potencial de oferta de exportações de um país depende do PIB e da razão do volume de produção para exportar em relação ao volume de produção total do país<sup>12</sup>. Esta relação apresenta uma forte tendência de variar de acordo com a população (economias de escala, recursos naturais) [WANG e WINTERS (1992)]. Adicionalmente, pode-se assumir que um determinado país tende a

<sup>11</sup> Nos estudos que mensuram os efeitos dos blocos econômicos, por exemplo, são sempre adicionadas *dummies* de APC (acordos preferenciais de comércio), que denotam a participação dos países em determinado acordo.

<sup>12</sup> Frequentemente as correntes de comércio são agregadas por tipo de produto, ou como um agregado único, sendo este o montante estimado das exportações, importações, ou fluxo total de comércio, dos países ou regiões em análise. Também usualmente a equação é montada a partir de uma série de dados *cross-section*, mas em alguns casos *pooled data* também são utilizados. A equação gravitacional permite também, como já foi dito, parcializar as estimações para grupos de produtos, grupos de países e outros formatos de segmentação ou agregação.

importar mais de um país grande e rico. Neste caso, as medidas de PIB e PIB per capita do país exportador também são tomadas como medidas de tamanho e riqueza.

A mesma relação se observa no lado da importação. Maior renda sugere maior demanda, enquanto maior população sugere maior auto-suficiência. Portanto, a população tem um efeito negativo no grau de abertura de uma nação, o que se justifica e se torna plausível pelas economias internas de escala e pela correlação positiva entre população e tamanho geográfico, numa primeira instância, e pelo tamanho geográfico e a dotação de recursos naturais deste país, numa segunda instância.

Esta mesma análise, de forma mais intuitiva, é que o comportamento esperado expresso pela equação é basicamente que as compras totais de um país (importações) crescerão à medida que crescerem seus PIBs e PIBs per capita. Estas duas medidas são tomadas no modelo como medidas de renda ou massa. Há também razões para se acreditar que o PIB per capita tenha um impacto positivo sobre o comércio, visto que, na medida em que os países se tornam mais desenvolvidos, maior é a oferta e a demanda de produtos diferenciados. A equação gravitacional também assume que a variedade de produtos que um país em particular tem a oferecer está positivamente correlacionada com o PIB e PIB per capita do país exportador.

E finalmente, a distância entra na sua formulação, pois esta tende a inibir o comércio, à medida que é normalmente mais viável e conveniente comprar de países próximos. A distância entre dois países serve, assim, como *proxy* para a resistência ao comércio.

Eichengreen *et al.* (2004) interpretam os coeficientes das principais variáveis do modelo gravitacional, e seus resultados esperados:

- o coeficiente do PIB per capita do país importador é a elasticidade-renda da demanda do país importador e tende a ser positiva;
- o coeficiente do PIB total do país importador reflete efeitos de tamanho (massa), portanto deveria ser sempre positivo.
- o coeficiente do PIB per capita do país exportador deve ser pensado como uma medida de nível de produção do país exportador, o que estaria relacionado com a relação capital-trabalho deste país. Portanto, se por exemplo as mercadorias

exportadas por este país são, em geral, capital-intensivas, este coeficiente deverá ser mais positivo.

- o coeficiente do PIB total do país exportador sugere o quanto vasta pode ser a variedade de produtos que um país exportador tem a oferecer. Este coeficiente tende também a ser positivo.

Os efeitos destes coeficientes em termos de fluxo de comércio são, portanto, que o comércio aumenta quanto maiores forem os coeficientes de PIB e PIB per capita dos países  $i$  e  $j$ .

A continuação da análise feita por Eichengreen *et al.* (2004) abrange também a variável distância, notando que o coeficiente desta é tomado com um determinante de preços relativos, dada a distância como um dos fatores que estabelecem os preços relativos. Portanto, este coeficiente deve ser sempre negativo, uma vez que o efeito da distância em termos de fluxo de comércio é que o comércio diminui com a distância.

Nos casos em que se conjuga a utilização de outras *dummies*, os resultados esperados são que o comércio também diminui para países isolados geograficamente ou para países cujo território está fragmentado em múltiplas ilhas; o comércio aumenta quando os países  $i$  e  $j$  têm ou tiveram no passado uma relação colonialista (esta é uma das *dummies* que podem ser adicionadas mas não aparecem nas notações aqui apresentadas); o comércio aumenta entre países fronteiriços (*dummy* de adjacência) e também aumenta entre países que falam o mesmo idioma (*dummy* idioma que também pode ser adicionada) e aumenta quando os países partilham um mesmo acordo preferencial de comércio (*dummy* de preferência comercial).

### 3.3. Desenvolvimento dos fundamentos teóricos

Apesar do sucesso empírico da equação gravitacional ao explicar fluxos de comércio, o potencial preditivo deste modelo foi durante muito tempo subestimado devido à ausência de fundamentos teóricos consistentes. As tentativas de fundamentação teórica das equações gravitacionais baseadas no contexto dos modelos neoclássicos de vantagens comparativas não encontravam suficiente sustentação. Só a partir da teoria do comércio internacional com competição imperfeita

é que se tornou possível justificar o modelo gravitacional, por dois grupos de variáveis: 1) a dimensão relativa dos países como determinante do volume de comércio, e 2) os custos de transporte entre países. Neste instrumento, o primeiro grupo de variáveis é aproximado pelo PIB e pela população do exportador e do importador, enquanto o segundo é representado pela distância e adjacência entre países, fatores de isolamento territorial, coincidência idiomática, participação em acordos preferenciais de comércio, entre outros.

Através de regressões, o que a metodologia da equação gravitacional sempre buscou foi uma espécie de equilíbrio de longo prazo dos padrões bilaterais de comércio. A literatura aponta que, via de regra, o modelo expressa de forma consistente o que acontece no comércio internacional, mas demorou-se para explicar, com embasamento científico, os indícios de porque acontece. Entretanto, como será visto, alguns autores foram pioneiros nos trabalhos de sustentação teórica do modelo, relacionando-o mais recentemente com as novas teorias do comércio internacional, para de maneira definitiva entender o comportamento de suas *proxies*, a composição de seus *inputs* e a qualidade de suas estimações.

Previamente às relações da equação gravitacional com os teoremas de Heckscher-Ohlin e dos retornos crescentes de escala do comércio internacional, a preocupação em torno do modelo era mais endógena, no sentido de compreender sua origem, seu formato e versar sobre as hipóteses que validavam sua composição, sob um ângulo neoclássico.

Consultando estudos mais antigos, identifica-se uma primeira preocupação recorrente relacionada ao fato de que a aplicação da equação gravitacional pressupõe a hipótese de que as preferências de consumo das regiões ou países dados como agregados no modelo sejam uniformes. Anderson (1979, p. 106-107) explica que, para usar os resultados da equação na geração de estimativas, é preciso entender que o modelo gravitacional restringe-se à mecânica de um mero sistema de dispêndios. Ele estabelece que uma parcela da expansão de um país ou região atribuída à expansão do comércio internacional (abertura comercial, etc.) é uma forma estável e reduzida de uma função renda e população, e que parte dela também responde pelos chamados custos de transação, que nesta função são assumidos normalmente como custos de distância, tendo estes o papel de relativizar os custos conforme a origem ou destino da

transação internacional. São estas funções reduzidas, na forma de coeficientes, que são utilizadas para as estimações.

Há, segundo Anderson (1979), uma ressalva ao modelo, que é a de que a realidade estável de um país ou grupo de países tem de ser replicada para outros (hipótese das preferências uniformes), o que na prática não se confirma. Este aspecto, no entanto, não necessariamente impacta na validade e assertividade do modelo.

Além destes aspectos aplicativos, uma área fundamental do desenvolvimento teórico da equação gravitacional merece especial atenção: a teoria econômica precisou explicar que fenômenos existem por trás da relação de que o percentual de comércio no PIB de um país depende de sua renda e população. Apesar de esta ser uma relação empírica bem estabelecida, ela durante anos careceu de explanação teórica mais robusta, tendo sido melhor entendida a partir das relações teóricas com as diferenças nas dotações de recursos, e os ganhos de escala do comércio internacional [EVENETT & KELLER (1998)].

Com relação à sua anatomia estrutural, uma relação apontada na literatura é a do modelo gravitacional com o modelo de Krugman (*frictionless model*). Segundo esta análise, a partir do modelo de Krugman para o comércio intra-indústria, pode-se derivar uma relação de comportamento gravitacional. O formalismo de Krugman supõe que a variedade de produtos produzida por um país seja proporcional aos seus recursos e, portanto, proporcional ao seu PIB. Então, claramente, as exportações de um país crescem com o crescimento de seu PIB, tal como as suas importações. Isto posto, está claro que os tamanhos (níveis de renda) de ambos os países (exportador e importador) irão afetar o nível de comércio bilateral. Se voltarmos um pouco mais no modelo e assumirmos que a distância tende a aumentar os preços dos produtos para os consumidores, observaremos que os consumidores então preferirão comprar mais mercadorias produzidas em países mais próximos. Esta dinâmica corresponde exatamente ao comportamento esperado da equação gravitacional.

Em um artigo dedicado ao entendimento teórico da equação gravitacional, Anderson (1979) utiliza uma função-dispêndio do tipo Cobb-Douglas para entender o modelo, analisando-a em três etapas:



1. Primeiro, a função Cobb-Douglas denota  $X_{ij}$  [ou  $M_{ij}$  como usamos em nossas notações (3.1) e (3.2)] dependente de  $Y_i$  (o PIB do país importador).
2. Segundo, a observação de que há grandes variações inter-regionais e internacionais na participação percentual de comércio sobre o PIB total das economias, e que estas variações estão relacionadas ao tamanho do PIB e da população dos países ( $N$ ). Anderson assume que o percentual de produto comercializado internacionalmente é uma função loglinear, permitindo a notação de que  $X_{ij}$  seja uma função da variação do percentual do PIB comercializável dos países  $i$  e  $j$ , sendo este percentual uma função-elasticidade constante e não-unitária dependente de  $Y$  e  $N$ . Portanto:  

$$X_{ij} = \beta (N_i/Y_i) (N_j/Y_j)$$
, sendo  $X_{ij} = \alpha m^i Y^m N^m$  ou seja, a participação do PIB de  $m$  destinado ao comércio internacional.
3. O terceiro e último passo é considerar as fricções de comércio, relacionadas com os custos relativos. Os consumidores optarão por mercadorias mais baratas e, *ceteris paribus*, elas virão de países que estiverem numa distância menor em relação a outros (portanto, com custos menores).

O estudo teórico de Anderson (1979) minimiza outras relações importantes, como a relação entre abertura comercial e população, ou entre abertura comercial e PIB ou PIB per capita, mas de qualquer modo, agrega robustez teórica à compreensão do modelo gravitacional de comércio.

Outra iniciativa marcante no sentido de validar teoricamente a metodologia da estimação gravitacional é a de Bergstrand (1985). Ele obtém uma equação geral de gravidade para o fluxo de comércio entre dois países, partindo do modelo de Heckscher-Olin para um modelo de equilíbrio geral, descrevendo a corrente de comércio de um bem entre dois países como uma função multiplicativa da renda total e per capita dos países, das variáveis de custos de transação, dos níveis de preços e de variáveis de medida de intensidade de fatores de produção. Neste modelo, a variável população dos países entra via seu PIB per capita, que também pode ser interpretada como uma variável de capital-intensidade dos países.

Conforme aponta Bergstrand (1985, p. 474), o maior problema da equação gravitacional é a desconsideração das variáveis de preços internacionais, ao menos em termos diretos. Neste aspecto, o autor sugere a incorporação de *dummies* de preços ao modelo, e também assume algumas relações entre PIB per capita e preços, e distância e preços, para validar a equação:

- assumindo dois países, produtores do mesmo bem pelos mesmos custos, o país que comercializará este bem com um terceiro país será o que estiver a uma menor distância deste, pois isto lhe representará menores custos de transporte, resultando em um custo relativo final menor para os consumidores deste país comprador;
- assumindo dois países, um grande e outro pequeno, a variedade de oferta de exportações do país grande tenderá a ser maior, pela suposição de que este tenha uma maior abundância de recursos (para ter-se tornado grande);
- assumindo dois países grandes, um de extensão territorial maior e outro menor, a tendência é que o de menor área venha a comercializar mais com outros países, pois apesar de ter uma massa econômica grande, sua área geográfica reduzida o torna mais “dependente” do comércio internacional; já o país de maior área tende a ser mais auto-suficiente.

Todas estas assunções elementares podem ser formalizadas em termos de funções de Cobb-Douglas, e são também relações de preços indiretas que as equações gravitacionais oferecem.

Bergstrand (1985) propõe um modelo formal no qual a demanda por produtos é gerada por uma função-utilidade expressando que a demanda depende dos preços relativos e da renda doméstica. Do lado da oferta, o autor admite a competição monopolística, em que os produtos diferem pela intensidade de fatores. Isto implica que o padrão de comércio de um país depende de seu nível de renda. Implica também na dificuldade de se observar efeitos de arbitragem perfeita nos níveis de preços internacionais, como já mostraram vários estudos empíricos.

Além das relações indiretas de preços, o autor enriquece a equação gravitacional com *dummies* específicas para preços, tendo conclusivamente:

- o entendimento da relativização de preços no modelo pela dotação diferenciada de recursos nas economias. Uma *proxy* que pode ilustrar este aspecto é a

relação PIB-população, ou PIB per capita. Quanto maior é o PIB per capita, supostamente mais capital-intensivo é o ambiente produtivo de um país. A distância igualmente relativiza preços, à medida que representa um custo de transação que se diferencia de país para país.

- desta forma, a arbitragem perfeita entre os produtos, e a admissão de que tarifas e transportes têm custo nulo, passam a ser desconsideradas, o que dá legitimidade ao modelo. De acordo com Isard (1977), os preços no mercado mundial são de fato diferenciados e o poder de arbitragem não é tão amplo a ponto de equipará-los perfeitamente, e torná-los substitutos perfeitos. Kravis & Lipsey (1984) complementam, alegando que a paridade dos níveis de preços entre os países parece não se confirmar mesmo no longo prazo.
- a solução é, então, enriquecer o modelo gravitacional, adicionando *dummies* que representem *proxies* de preços. Além das *dummies* de distância (distância e adjacência) e de PIB per capita, pode-se incorporar à equação *dummies* como *proxies* das taxas cambiais.

Neste artigo, Bergstrand (1985) introduz um modelo de equilíbrio geral do comércio mundial, a partir do qual pode-se derivar uma equação gravitacional, assumindo certas condições (acima descritas). Algumas destas condições – substitutabilidade perfeita entre produtos e arbitragem perfeita – são refutadas a partir de recentes observações empíricas. Refutando estas premissas, torna-se possível derivar uma equação gravitacional geral, agregando às variáveis elementares (que também são relações de preços indiretas) *dummies* de preços diretas.

Finalmente, ao longo dos anos de 1990, os estudos passaram a relacionar os esforços de embasamento teórico do modelo gravitacional com as novas teorias do comércio. Neste sentido, entre vários estudos, o de Evenett e Keller (1998) merece destaque, pela abrangência e relevância científica. Nos estudos destes autores, três conclusões fundamentais são apresentadas:

- 1) uma fração muito pequena da produção dos países é perfeitamente especializada por força das diferenças na dotação de fatores, tornando a versão de especialização perfeita do modelo de Heckscher-Ohlin um forte candidato a explicar o sucesso empírico da equação gravitacional.

- 2) retornos crescentes são causa importante para a especialização da produção e o entendimento do comportamento da equação gravitacional, especialmente entre países industrializados.
- 3) a partir da observação de que a produção não é perfeitamente especializada nos países, encontra-se suporte tanto da teoria de Heckscher-Ohlin como da teoria dos retornos crescentes, para explicar a equação gravitacional de comércio.

Evenett e Keller (1998) lançam mão de uma metodologia baseada no modelo em equilíbrio geral de  $2 \times 2 \times 2$  de Helpman e Krugman (1985) – dois países, dois fatores de produção e dois bens, facilmente generalizável a vários países, bens e fatores. Ele é aplicado para três casos alternativos:

- a) Ambos os bens são homogêneos;
- b) Um bem é homogêneo mas outro contém produtos diferenciados;
- c) Ambos os bens são diferenciados.

Primeiramente, o modelo é desenvolvido para o caso neoclássico de bens homogêneos (modelo Heckscher-Ohlin, caso A) e a seguir introduzem-se as alterações a este modelo para os casos B e C. O aspecto mais importante a ter em conta é que no caso A, a dimensão relativa dos países não tem qualquer influência no volume de comércio (só existe comércio inter-industrial) enquanto nos casos B e C, a dimensão relativa é determinante para o volume de comércio.

Caso A – Modelo Heckscher-Ohlin: permite estabelecer uma relação entre a dotação fatorial e o comércio neste modelo, que não é mais que o próprio teorema de Heckscher-Ohlin: um país é exportador líquido dos serviços dos fatores nos quais possua uma quota relativamente maior na oferta mundial e importador líquido dos serviços dos fatores nos quais possua uma quota relativamente menor na oferta mundial. Se ambos os bens são homogêneos, todo comércio resulta desta relação – o comércio é inter-industrial.

Caso B – Um dos dois bens é diferenciado: comprova que em presença de bens diferenciados, ao contrário do modelo anterior, há uma relação entre o volume de comércio e a dimensão relativa dos países. O volume de comércio é máximo quando, para um dado valor da renda mundial, ambos os países têm a mesma dimensão mas dotações de fatores diferentes. A diferenciação de produtos e as economias de escala

internas à empresa introduzem incentivos ao comércio para além daqueles que se obtêm com dotações de fatores relativas diferentes. No entanto, continua a ser válido que para uma dada dimensão relativa das economias o volume de comércio aumenta com a diferença das dotações de fatores relativa.

Caso C – Dois bens diferenciados: mostra que o volume de comércio é máximo para um dado PIB, quando ambas as economias são da mesma dimensão, e que o volume de comércio já não depende da dotação relativa de fatores entre os países.

Por fim, Evenett e Keller (1998) introduzem em seus estudos a esfera dos custos de transportes. Neste aspecto, no caso A, por se tratar do modelo Heckscher-Ohlin clássico, facilmente se conclui que os custos de transporte levarão à redução do volume de comércio. Para os outros dois casos, os vários modelos de Equilíbrio Geral Computado que foram desenvolvidos pelos pesquisadores mostram efeitos semelhantes dos custos de transporte no volume de comércio: a distância (que nos modelos gravitacionais é usada como *proxy* dos custos de transportes) conduz ao enfraquecimento das relações comerciais que se estabelecem entre os países.

Quando a distância é incorporada às formulações, ela evidentemente melhora seus resultados. É a partir deste momento que o modelo gravitacional começa a se diferenciar das teorias de comércio, com a agregação de variáveis próprias, que o tornam característico. Os resultados gerados a partir daqui não divergem, no entanto, dos resultados iniciais, pelo menos em relação à direção dos vetores. São estas relações que embasam teoricamente o modelo gravitacional a partir da teoria de Heckscher-Ohlin e da teoria dos retornos crescentes de escala do comércio internacional. O artigo de Evenett e Keller (1998) compara a assertividade das diferentes teorias do comércio em relação à equação gravitacional e deixa claro que, pelos resultados encontrados, o comércio baseado nos retornos crescentes de escala, em conjunto com o comércio baseado nas diferenças de proporção dos fatores, desempenham papel fundamental na determinação dos fluxos comerciais e, portanto, na explicação do funcionamento da equação gravitacional.

### **3.4. Estudos sobre fluxos de comércio**

O desenvolvimento histórico do modelo gravitacional, tanto em seu aspecto teórico como aplicado, passa pelas contribuições de vários estudos cujas propostas variavam em seu objetivo. Os trabalhos precursores dos anos de 1960 chamaram a atenção da comunidade econômica e científica para um método intrigante e promissor. Projetos correlatos ao longo das décadas seguintes elucidaram aspectos de funcionamento dos comportamentos econômicos, como as limitações do poder de arbitragem de preços no mercado, o papel das economias de escala no comércio internacional, entre outros. Mais recentemente, já ao final do século passado, estudos completaram o embasamento teórico relativo ao modelo, tornando-o apto a ser utilizado como ferramenta econométrica em trabalhos diversos.

O quadro 3.1 traz uma compilação dos trabalhos mais relevantes para a construção desta metodologia, contemplando não somente as aplicações do modelo gravitacional em si, as quais trouxeram ao longo do tempo ampliações e refinamentos importantes ao método, mas também análises conceituais e estudos relacionados, que lhe fundamentaram teoricamente.

Dentre os vários estudos seminais apontados nesta revisão, o de Bergstrand (1985) é o primeiro a ser detalhado. O autor realiza um estudo de caráter predominantemente teórico, apresentando também um “modelo de equilíbrio geral mundial” a partir de uma equação gravitacional derivada, assumindo certos comportamentos. Alguns destes comportamentos – substitutabilidade perfeita entre produtos e arbitragem perfeita – são refutadas a partir de observações empíricas. Refutando estas premissas, torna-se possível derivar uma equação gravitacional geral, agregando às variáveis elementares *dummies* de preços diretas e indiretas. Às luzes de fortes indícios empíricos evidenciando a existência de produtos nacionalmente diferenciados, este artigo apresenta uma equação gravitacional que inclui variáveis de preços. Elas advêm de dados de taxas de câmbio entre as moedas, obtidas através do relatório *International Financial Statistics* de 1983 do FMI. A equação também utiliza *dummies* de adjacência e de preferência comercial, e apresenta coeficientes aplicáveis a uma “equação gravitacional geral”.

Empiricamente, as variações nos preços e nas taxas de câmbio têm efeitos plausíveis e significativos nos agregados de fluxos de comércio. Os coeficientes

estimados sugerem que os produtos são de fato diferenciados pela origem, e a arbitragem das *commodities* é imperfeita.

**Quadro 3.1 – Resumo cronológico de ampliações teóricas e empíricas do Modelo Gravitacional**

AUTOR / ANO DA PUBLICAÇÃO	TEMÁTICA / REGIÃO ANALISADA	PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES
<b>Isard, 1960.</b>	Mobilidade do fator trabalho nas regiões dos EUA.	Introdução da equação gravitacional na ciência econômica.
<b>Tinbergen, 1962.</b>	Proposições de política econômica internacional, visando a abertura dos mercados.	Organização das variáveis básicas de funcionamento da equação gravitacional.
<b>Poyhonen, 1963.</b>	Elaboração econométrica para prever fluxos de comércio.	Organização das variáveis básicas de funcionamento da equação gravitacional.
<b>Linnemann, 1966.</b>	Elaboração econométrica para prever fluxos de comércio.	Uso aplicado do modelo, admitindo a necessidade de adicionar variáveis de preço à estimação (custos relativos) e captando o seu erro.
<b>Prewo, 1974.</b>	Aplicação do método para analisar os efeitos da integração econômica européia	Utilização de dados de PIB per capita e incorporação de <i>dummy</i> de adjacência ao modelo, pela primeira vez.
<b>Isard, 1977.</b>	Estudo teórico e análise empírica sobre a Lei do Preço único.	Os preços no mercado mundial são diferenciados e o poder de arbitragem de preços tem limitações de alcance, não conseguindo equiparar os <u>preços internacionais de forma perfeita</u> .
<b>Anderson, 1979.</b>	Análise fundamental teórica sobre o modelo gravitacional.	Assume que os fluxos de comércio deverão crescer com o rendimento per capita e diminuir com o tamanho do país.
<b>Kravis &amp; Lipsey, 1984.</b>	Análise empírica sobre os níveis de preços internacionais.	A paridade dos níveis de preços entre os países não se comprova empiricamente ao longo do tempo.
<b>Helpman &amp; Krugman, 1985.</b>	Estruturas de mercado e comércio internacional.	Fundamentação da nova teoria do comércio internacional, baseada nos <u>retornos crescentes de escala</u> .
<b>Bergstrand, 1985.</b>	Análise fundamental teórica sobre o modelo gravitacional, e aplicação na forma de modelo de equilíbrio geral mundial.	Demonstrou através da derivação de um modelo de equilíbrio geral que a equação gravitacional enquadra-se num modelo de Heckscher-Ohlin de comércio inter-industrial e nos modelos de Helpman-Krugman de comércio intra-industrial.
<b>Bergstrand, 1990.</b>	Análise teórica sobre a teoria de Heckscher-Ohlin e as relações com o modelo gravitacional	<i>Proxy</i> para a demanda, entendida como o PIB per capita do país importador, passando a contemplar as diferenças nas preferências de <u>consumo das populações</u>
<b>Van Bergeijk &amp; Oldersma, 1990.</b>	Potencial de comércio com a unificação da Europa pós-União Soviética.	Utilização de <i>dummies</i> de adjacência e de APC*. Estimação em dois momentos, para captar o volume efetivo e comparar com o volume <u>potencial de comércio</u> .
<b>Hamilton &amp; Winters, 1992.</b>	Impactos na abertura comercial do Leste Europeu	Utilização de <i>dummies</i> de adjacência e de APC. Estimação em dois momentos, para captar o volume efetivo e comparar com o volume <u>potencial de comércio</u> .
<b>Wang &amp; Winters, 1992.</b>	Potencial de comércio do Leste Europeu a partir do processo de integração econômica	Utilização de <i>dummies</i> de adjacência e de APC. Estimação em dois momentos, para captar o volume efetivo e comparar com o volume <u>potencial de comércio</u> .
<b>Machado, 1995.</b>	Ampliação teórica e aplicação para análise do perfil de comércio dos países do Leste Europeu, em comparação com os países da OCDE.	Generalização da aplicação de Helpman-Krugman para um conjunto de vários países, bens e fatores, extrapolando a matriz 2x2x2 do estudo seminal sobre retornos crescentes do comércio internacional.
<b>Evenett &amp; Keller, 1998.</b>	Embasamento teórico com aplicação comprobatória para o modelo gravitacional, para o comércio mundial (relações bilaterais - "pares").	Fundamentação teórica do modelo, baseada nas teorias do comércio - retornos constantes de Heckscher-Ohlin e retornos crescentes de escala, de Helpman-Krugman.
<b>Azevedo, 2004.</b>	Efeitos de blocos econômicos: Mercosul - criação, desvio ou supressão de comércio.	Ampliação para <i>dummies</i> de blocos (APC), idioma, distância relativa, área, isolamento geográfico, entre outros. Utilização de dados em painel para a <u>composição da estimação</u> .
<b>Eichengreen et al., 2004.</b>	Influências do fator China sobre as demais economias da Ásia.	Ampliação para <i>dummies</i> de risco comercial, relação colonialista e histórica, e territorialidade continental.

\* APC - acordos preferenciais de comércio.

Fonte: estudos citados.

Van Bergeijk e Oldersma (1990) estimam uma equação gravitacional para 49 países, incluindo seis países do Leste Europeu. São encontrados coeficientes negativos e estatisticamente significantes. As estimações indicam que a corrente bilateral Europa Ocidental - Leste Europeu em 1985 era de aproximadamente um oitavo do que poderia potencialmente ser, de acordo com a predição desta equação gravitacional (renda, população e distância).

Wang e Winters (1992) compõem uma equação gravitacional usando dados de 76 países (exceto os do Leste Europeu), para uma média do período 1984-1986. Os 76 países selecionados respondiam à época por cerca de 80% do comércio mundial. Além dos países do Leste Europeu, a China e os países maiores exportadores de petróleo são excluídos da amostra. A amostra gera 4320 observações (76x75 menos os cruzamentos zerados). São incluídas *dummies* de adjacência e de participação mútua em acordos preferenciais de comércio. A equação é estimada sem os dados dos países do Leste Europeu, para determinar a relação entre PIB, população, distância e comércio bilateral em um país "normal", cujo processo de abertura comercial e política seja pleno. Os coeficientes são então aplicados para os países do Leste Europeu, para prever qual seria o volume de comércio gerado por estes, se seu processo de abertura e integração à economia de mercado já estivesse completo. Para as distâncias, são usados dados de distâncias em termos de rotas de transportes.

Os resultados deste estudo mostram que em 1985 o volume de comércio entre o Leste Europeu e a Europa Ocidental estava muito aquém do que poderia ser em condições normais, principalmente no que diz respeito ao potencial de exportações dos países europeus mais desenvolvidos para o Leste. Também mostram que, contrariamente, o comércio intra-regional entre as nações do Leste Europeu estava muito acima (30%) do previsto pelo modelo (desvio de comércio para dentro da região).

O objetivo de Hamilton e Winters (1992) é mensurar como seria o comércio internacional da Europa integrada. É estimado primeiramente um modelo bilateral de comércio baseado nos dados das economias abertas da Europa Ocidental. O modelo resultante é aplicado às correntes comerciais Leste-Oeste e Leste-Leste, para responder à questão básica do estudo: como seria o comércio internacional na Europa integrada, se o Leste Europeu estivesse num nível de integração comercial igual ao da Europa Ocidental, nos dias de hoje? A equação gravitacional utilizada neste estudo



contempla séries de PIB, PIB per capita e distância entre os países, expandida para incluir também *dummies* de adjacência e de relação comercial-histórica entre os países. São usados dados de comércio (período 1979-1988) entre os países do Leste Europeu (EC) e os da Europa Ocidental (EFTA) e entre estes países e Estados Unidos, Japão, Canadá e Turquia, totalizando 17 países exportadores e 20 parceiros comerciais. Sendo a corrente Turquia-Islândia zerada, totalizam-se 339 dados em painel. São adotadas também distâncias lineares entre as capitais de cada país da amostra. Os dados de 17 países exportadores e 20 parceiros, durante 10 anos, exceto as relações Turquia-Islândia, perfazem um total de 3390 observações.

O estudo apresenta primeiro um cenário de médio prazo, assumindo que o nível de integração econômica dos países do Leste Europeu seja o mesmo dos países da Europa Ocidental em 1980 (aplicação pura dos coeficientes). A tabela de resultados indica que o potencial das exportações dos países da Europa Ocidental para o Leste Europeu ultrapassa de longe os dados reais atualizados de 1989, o que significa um grande potencial de médio prazo para estes países expandirem o comércio entre si. Também são mostrados os comparativos de comércio real X potencial entre os países do próprio Leste Europeu. Neste comparativo, os resultados são totalmente diferentes, sugerindo desvio de comércio. Em quase todos os casos, o modelo sugere que o comércio real entre estes países é maior do que naturalmente deveria ser, sugerindo desvio de comércio para dentro da região.

No segundo cenário, de longo prazo, é provocada arbitrariamente a convergência de renda entre os países. Este segundo cenário envolve a mesma equação gravitacional, mas as rendas para os países do Leste Europeu são arbitrariamente aumentadas para refletir a convergência de renda que é esperada a acontecer com a abertura comercial, durante as próximas décadas. A escolha do ano de convergência é também arbitrária. O ano de 2010 é definido como parâmetro. Esta segunda estimação apresenta resultados muito semelhantes às estimações de médio prazo: as exportações da Europa Ocidental para o Leste Europeu devem crescer significativamente até 2010, em índices de dois dígitos; aumentará a importância da Europa Ocidental para as exportações do Leste Europeu, mas a importância do comércio intra-regional (Leste-Leste) permanecerá predominante. As exportações dos países do Leste para as ex-repúblicas soviéticas deverão crescer de 4 a 7%; as

exportações intra-regionais deverão crescer de 7 a 10% e as exportações para a Europa Ocidental deverão crescer de 10 a 16%.

Já Eichengreen *et al.* (2004) objetivam em seu estudo medir o impacto do crescimento da China sobre as exportações dos demais países asiáticos, distinguindo a crescente demanda da China por importações, de sua crescente penetração em termos de exportações no mercado mundial. O modelo aplicado neste estudo distingue: o impacto do crescimento da China sobre sua demanda por importações provenientes de outros países asiáticos; o impacto do crescimento da China sobre as exportações das demais economias asiáticas para o resto do mundo; a segregação destes dados para diferentes estágios de desenvolvimento dos países; e desagregando para bens de capital, bens intermediários e bens de consumo. São usados dados das correntes de comércio bilateral entre 1990 e 2002 da ONU (para 149 países) e do FMI (para 180 países). Os dados da ONU, embora menos abrangentes em número de países, são usados visto que desagregam o comércio para bens de capital, intermediários e de consumo. A equação gravitacional é aplicada neste estudo a partir dos *inputs* de comércio bilateral entre os 13 países asiáticos escolhidos e todos os 180 países com dados disponíveis no FMI. Para qualificar o modelo, os autores adicionam uma *dummy* de risco político, baseada no índice ICRG (*International Country Risk Guide*). Com a inclusão do ICRG o coeficiente-China fica em -0,16 (com *t-statistic* significativo), o que está dentro do esperado, representando que 10% no aumento das exportações da China representam, *a priori*, uma queda de 1,6% nas exportações de *i* para *j*.

Após novas desagregações para os diferentes níveis de desenvolvimento dos países, os resultados confirmam a tendência de a China conquistar *market share* nas exportações mundiais, ganhando espaço em relação aos demais países asiáticos, principalmente aqueles exportadores de bens de consumo menos desenvolvidos. Ao mesmo tempo, a China vem absorvendo as exportações de alguns de seus vizinhos asiáticos, para fazer frente à sua crescente demanda interna, Em especial daqueles países que produzem bens de capital, e cujo nível de renda é intermediário. Portanto, o crescimento da China afeta positivamente as economias asiáticas mais desenvolvidas e negativamente aquelas mais atrasadas.

## 4. PREVISÃO DO COMÉRCIO BILATERAL ENTRE OS PAÍSES DO BRIC

O objetivo deste capítulo é fazer uso das estimações realizadas pela Goldman Sachs a respeito dos BRICs (voltadas às questões estruturais das economias destes países e essencialmente ao crescimento econômico), e expandi-las para o campo do comércio, complementando a pesquisa através da observância de uma área crucial para a garantia do crescimento sustentado das economias emergentes: o setor externo. O que se apresenta é um conjunto de previsões para o volume de importação de mercadorias de cada um dos BRICs, para com cada um dos demais países pertencentes a este grupo.

A Goldman Sachs – conforme detalhado no capítulo 2 – usou um modelo de crescimento de longo prazo para fazer uma série de previsões a respeito do tamanho do PIB das principais economias do mundo até o ano de 2050, assim como previsões para a renda per capita das populações destes países. No momento em que é admitida a razoabilidade científica de tais estimações, tem-se uma matéria-prima muito valiosa para a aplicação de modelos que estimem outros aspectos da economia, como por exemplo o comércio internacional. Previsões para PIB e renda per capita podem ser incluídas em modelos de *forecasting* para fluxos de comércio, caso do modelo gravitacional aqui utilizado, e gerar outras estimações pertinentes.

O desenvolvimento deste estudo visa o atendimento de dois propósitos fundamentais. O primeiro é a aplicação do modelo econométrico escolhido, neste caso a equação gravitacional de comércio. O segundo propósito é a obtenção das melhores previsões possíveis para o volume de comércio futuro entre os BRICs, a partir das possibilidades oferecidas pelos coeficientes gerados.

No que diz respeito às aplicações econométricas do modelo, a continuidade deste trabalho mostra o passo a passo de sua aplicação, desde a escolha, preparação e seleção dos dados, até as observações de método e o alinhamento da aplicação com as práticas econométricas. Em relação aos resultados das estimações, que ao final é o conjunto de números que efetivamente se quer ver como produto deste trabalho, a pesquisa oferece uma série de possibilidades, mediante as quais é preciso definir um

conjunto de critérios para estabelecer as melhores previsões, e adotá-las como produto final da pesquisa.

#### 4.1 Descrição das variáveis utilizadas

A aplicação de uma equação gravitacional, sendo esta uma regressão linear que visa encontrar coeficientes estáveis para seus parâmetros<sup>13</sup>, requer uma coleção de dados que compõem as séries de variáveis dependentes e independentes do modelo. Neste caso, a variável dependente precisa explicitar o tamanho (em termos de fluxo financeiro) do comércio exterior entre os países, e para tanto utiliza o *quantum* monetário, em dólares americanos correntes, do volume de importações de mercadorias de cada país perante seus parceiros comerciais.

As variáveis independentes que procuram explicar o potencial natural de comércio dos países são aquelas comumente utilizadas nas equações gravitacionais. O tamanho dos PIBs e as rendas per capita são as *proxies* para a massa econômica dos mesmos, em alusão à equação gravitacional da física, e a elas são adicionadas as medidas de área geográfica. O “distanciamento” entre os pares de países é trazido às estimações pelas distâncias geográficas entre os mesmos, e por conjuntos de variáveis *dummies* que “aproximam” ou “distanciam” os países entre si – adjacência e isolamento geográfico em ilha. Por fim, um conjunto de fatores histórico-culturais também reforça a dimensão da “proximidade” entre as nações, entre os quais estão as similaridades idiomáticas, as relações colonialistas históricas e as convergências étnicas. A todas estas variáveis são adicionadas *dummies* de APC – Acordos Preferenciais de Comércio, hoje largamente utilizadas em modelos gravitacionais, e que melhor explicam a configuração econômica do mundo atual em arranjos que liberalizam o comércio exterior, às vezes de maneira enviesada.

Nesta aplicação, o valor da importação bilateral total de mercadorias, obtido através da base de dados das Nações Unidas (UN Comtrade), é a variável dependente. Na literatura, a medição dos fluxos de comércio pode ser feita tanto pela importação como pela exportação. Com a consideração da pequena diferença temporal existente para que uma exportação de um país seja contabilizada como uma

---

<sup>13</sup> Esta é uma definição de Bergstrand (1985, p. 476), entre as várias definições a respeito do modelo gravitacional. Os conceitos já foram trazidos neste texto, no capítulo 3.

importação de outro país, as medidas de ambas variáveis costumam ser idênticas. A literatura utiliza principalmente o dado de importação, caso da maioria dos estudos referidos no capítulo 3 deste trabalho [por exemplo, HAMILTON e WINTERS (1992), WANG e WINTERS (1992), AZEVEDO (2004), EICHENGREEN *et al.* (2004)], sendo este considerado mais confiável pelo maior rigor de controle dos países sobre suas importações e as conseqüentes saídas de divisas que estas geram.

Os dados de importações e todas as demais observações cobrem o período 2000 – 2007, tendo sido escolhido este período pelas seguintes razões:

- o ano 2000 representa um corte temporal inicial a partir do qual o mundo já apresentava uma configuração econômica que ainda hoje é vigente, posterior à chamada segunda onda de regionalismo<sup>14</sup>, e com a existência de todos os blocos econômicos estabelecidos a partir de acordos preferenciais de comércio que ainda hoje vigoram;

- o ano de 2007 é o último ano para o qual os conjuntos de dados estavam completos, no momento da coleta de dados para estas estimações.

Os dados de importação bilateral cobrem uma amostra de 57 países, sendo estes em sua maioria os mais relevantes do mundo, tanto em termos de comércio como em termos de PIB, como mostram as tabelas 4.1. e 4.2. Em relação ao comércio mundial, os 57 países selecionados respondem por mais de 70% das importações do planeta ao longo de todo o período. Já no que tange aos PIBs, mais de 90% da produção de riquezas é originada nestes países, conforme detalham as tabelas citadas.

A escolha traz também uma diversidade de países, tendo a representatividade de todas as regiões geográficas do planeta, como normalmente é feito em estudos similares. Obviamente os BRICs fazem parte deste conjunto<sup>15</sup>.

---

<sup>14</sup> Ver Lawrence (1997) *apud* Azevedo (2004) e Ethier (1998) *apud* Azevedo (2004) para uma explicação histórica mais abrangente a respeito das ondas de regionalismo e as características específicas da “segunda onda”, com a formação e o fortalecimento dos Acordos Preferenciais de Comércio.

<sup>15</sup> O anexo 2 traz a relação completa dos países escolhidos para compor esta amostra.

**Tabela 4.1 – Volume de Importações dos países da amostra versus Importações mundiais – em US\$ milhões.**

<b>ANO</b>	<b>IMPORTAÇÕES DA AMOSTRA</b>	<b>IMPORTAÇÕES MUNDIAIS</b>	<b>% IMPORTAÇÕES MUNDIAIS</b>
<b>2000</b>	5,094,292	6,669,000	76.39%
<b>2001</b>	4,873,511	6,441,300	75.66%
<b>2002</b>	5,045,055	6,693,090	75.38%
<b>2003</b>	5,833,850	7,778,000	75.00%
<b>2004</b>	7,009,552	9,495,000	73.82%
<b>2005</b>	7,828,290	10,783,000	72.60%
<b>2006</b>	8,867,083	12,413,100	71.43%
<b>2007</b>	10,125,591	14,244,000	71.09%

Fonte: FMI, World Economic Database, Out. 2009.

**Tabela 4.2 – PIB dos 57 países da amostra versus PIB mundial – em US\$ milhões.**

<b>ANO</b>	<b>PIB DA AMOSTRA</b>	<b>PIB MUNDIAL</b>	<b>% PIB MUNDIAL</b>
<b>2000</b>	30,172,659	32,102,997	93.99%
<b>2001</b>	28,618,044	30,567,096	93.62%
<b>2002</b>	31,116,776	33,186,801	93.76%
<b>2003</b>	34,884,157	37,301,207	93.52%
<b>2004</b>	39,077,795	41,974,200	93.10%
<b>2005</b>	41,957,403	45,385,483	92.45%
<b>2006</b>	45,163,572	49,115,358	91.95%
<b>2007</b>	50,572,012	55,270,104	91.50%

Fonte: FMI, World Economic Database, Out. 2009.

Para todos os países da amostra e ao longo de todo o período, também foram agrupadas as seguintes informações:

- PIB em dólares em valores correntes, e renda per capita em dólares em valores correntes, obtidos a partir das bases do Fundo Monetário Internacional (*FMI World Economic Outlook Database*). Da mesma forma, as taxas de câmbio nominais das moedas de todos os países em relação ao dólar americano vieram desta mesma fonte;

- populações dos países trazidas das bases do Fundo Monetário Internacional (*FMI World Economic Outlook Database*);

- no que diz respeito às informações de distância entre os países, utilizou-se a base de dados do CEPIL (*Centre d'Etudes Prospectives et d'Informations Internationales*), bastante aplicada em estudos similares [como fizeram LEUSIN Jr. e AZEVEDO (2009)]. Esta base traz uma série de diferentes critérios de estabelecimento de distâncias, tendo sido a distância em quilômetros lineares entre as capitais dos países o critério escolhido para este estudo. A mesma base de dados forneceu as áreas geográficas em quilômetros quadrados de todos os países da amostra;

Nos agrupamentos das informações em corte transversal – *cross-section* ou ano a ano – as 56 importações bilaterais para os 57 países da amostra resultaram em 3.192 observações para cada ano (57 países importadores x 56 fluxos de importação bilateral). No agrupamento dos dados, para a estimação do período completo com uma regressão única combinada, as observações totalizaram 25.536 dados (57 países x 56 fluxos bilaterais x 8 anos).

Para todas as séries de dados foram incluídas *dummies* capazes de auferir ao modelo aspectos geográficos, históricos e culturais adicionais, que qualificam a explicação sobre o comportamento do comércio internacional dos países ao longo do tempo. Estas *dummies* são:

- *dummy* de adjacência, assumindo o valor 1 (um) nos casos em que o par de países divide fronteira geográfica seca e 0 (zero) quando os países não são limítrofes (este conjunto de *dummies* foi obtido a partir do banco de dados da CEP II);

- *dummies* de isolamento territorial para o país importador e para o país exportador, assumindo o valor 1 (um) quando os países for uma ilha (novamente dados da CEP II);

- *dummies* de idiomas comuns para os principais grupos de idiomas do planeta – inglês, espanhol, árabe e português, a partir dos quais a variável assume o valor 1 (um) quando o par de países fala o mesmo idioma;

- *dummy* de relação histórico-colonialista, também obtida através do banco de dados da CEP II, e que assume valor positivo nos casos em que os dois países do par tenham tido ao longo da história algum tipo de relação colonialista.

Por último, *dummies* relativas aos principais acordos preferenciais de comércio vigentes (listados na Tabela 4.3) foram adicionadas às séries. Estas têm por objetivo adicionar poder explicativo ao modelo, partindo do princípio de que os APC's podem ter efeitos líquidos sobre os fluxos de comércio dos países, por vezes criando e em outras desviando comércio, sendo assim uma variável importante para melhor captar os direcionamentos dos fluxos de comércio no cenário mundial. As *dummies* de APC's foram adotadas seguindo a seguinte especificação, adotada também por Soloaga e Winters (2001), entre outros:

- uma *dummy* de participação comum em determinado APC, a qual assume valor 1 (um) quando os dois países do par são integrantes do mesmo APC;

- uma *dummy* de APC para o importador, assumindo valor positivo quando o importador no par de países é integrante de tal acordo;
- uma *dummy* de APC para o exportador, assumindo valor positivo quando o exportador no par de países é integrante de tal acordo.

**Tabela 4.3 – Acordos Preferenciais de Comércio e seus países-membros**

APC	PAÍSES MEMBROS
<b>CACM</b> Mercado Comum Centro-Americano	El Salvador, Guatemala, Nicarágua, Costa Rica, Honduras
<b>ANDEAN</b> Comunidade do Pacto Andino	Bolívia, Colômbia, Equador, Peru, Venezuela
<b>MERCOSUR</b> Mercado Comum do Sul	Argentina, Brasil, Paraguai, Uruguai
<b>NAFTA</b> Tratado de Livre Comércio da América do Norte	México, Estados Unidos, Canadá
<b>EC</b> Comunidade Européia	Bélgica, Dinamarca, França, Alemanha, Grécia, Irlanda, Itália, Portugal, Holanda, Espanha, Reino Unido
<b>EFTA</b> Associação Européia de Livre Comércio	Áustria, Finlândia, Noruega, Suécia, Suíça.
<b>ASEAN</b> Comunidade dos Países Asiáticos	Indonésia, Malásia, Filipinas, Cingapura, Tailândia
<b>GULF</b> Conselho de Cooperação do Golfo	Kuwait, Omã
<b>ALADI</b> Associação de Integração Latinoamericana	Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Equador, México, Paraguai, Peru, Uruguai, Venezuela.
Os seguintes países fazem parte da amostra sem pertencer a algum APC:	Austrália, Bangladesh, China, Egito, Hong Kong, Índia, Israel, Japão, Coreia do Sul, Nova Zelândia, Paquistão, Panamá, Rússia, Trinidad & Tobago, Tunísia, Turquia.

Fonte: Azevedo (2004); Soloaga e Winters (2001).

#### 4.1.1. Dados para as estimações de previsão de comércio

Um fator complicador para os propósitos desta pesquisa é a pretensão de prever o comércio bilateral entre os BRICs. Para esta finalidade, todos os dados que acabam de ser descritos geram, quando regredidos, um padrão “normal” para o comércio internacional. Porém, estes dados não são suficientes. Os coeficientes gerados precisam então ser vinculados aos dados futuros (igualmente estimados) de PIB, população e renda per capita dos países, para aí sim obter valores estimados para os fluxos de comércio bilateral. Este procedimento é mais detalhadamente explicado na sequência, porém cabe aqui referir os dados adicionais utilizados para tais estimações.

Estes dados são provenientes dos estudos da Goldman Sachs relativos ao crescimento econômico dos países emergentes, já referidos nesta pesquisa e detalhados no capítulo 2.



Visando estimar os fluxos bilaterais de comércio entre os BRICs num cenário de curto prazo (ano de 2010), médio prazo (2020) e longo prazo (2030), são usadas as estimações da Goldman Sachs para PIB e PIB per capita (neste último está implícita a estimativa de população) dos BRICs nos períodos citados. Tais estimativas, que nesta aplicação atuam como referência para a previsão dos fluxos de comércio, aparecem na tabela 2.3 do capítulo 2 (estimativas do PIB per capita) e mais detalhadamente no anexo 2 deste trabalho.

## 4.2 Abordagem econométrica

Admitindo-se que os BRICs alcancem o crescimento previsto pela Goldman Sachs – tornando-se o grupo de países economicamente mais importante – o volume de comércio exterior gerado por eles será, de igual forma, muito significativo. Conseqüentemente, o volume de comércio bilateral gerado pelas trocas de mercadorias entre eles será muito robusto, representando certamente um percentual expressivo do comércio mundial. O que se quer estimar, assumindo as alegações acima, é o tamanho do fluxo de comércio bilateral entre os BRICs no futuro.

Neste estudo, o modelo gravitacional de comércio não assume necessariamente uma nova fronteira de utilização, mas é aplicado como um modelo de *forecasting* puro, diferentemente da maioria dos estudos que o utilizam para comparativos com dados do passado, comumente mensurando o comércio real *versus* potencial entre os países ou blocos de países [por exemplo, HAMILTON e WINTERS (1992), WANG e WINTERS (1992), EICHENGREEN *et al.* (2004)].

O modelo de regressão desejado contempla as variáveis fundamentais das equações gravitacionais, alinhados com o detalhamento recentemente feito sobre os dados aqui utilizados. Há a necessidade de encontrar, através de técnicas de regressão linear, os coeficientes mais apropriados para uma aplicação sobre parâmetros futuros, e com eles obter resultados nominais dos fluxos de comércio entre os países do BRIC no futuro. Tais coeficientes precisam representar um padrão geral ou “normal” para o comércio exterior no mundo, e este padrão precisa ser o mais acurado possível como resposta a todas as suas variáveis explicativas, possibilitando assim a estimativa de fluxos futuros com maior possibilidade de acerto.

A partir da geração dos coeficientes, surgirá uma equação comportamental completa para os fluxos de comércio entre os países BRIC. Com esta equação, serão finalmente tomados os dados estimativos de PIB e PIB per capita dos BRICs elaborados pela Goldman Sachs e, admitidos tais valores como verdadeiros, os coeficientes da equação normal serão aplicados sobre eles, gerando os montantes de comércio em períodos futuros para cada relação bilateral entre estes quatro países.

Para efeitos de predição dos fluxos de comércio entre os BRICs, este trabalho apresentará estimações para três momentos diferentes, aqui definidos como cenários de curto, médio e longo prazo. Para o curto prazo, serão utilizados os dados de PIB, população e renda previstos pela Goldman Sachs para o ano de 2010, e valores de volume de importação entre os BRICs serão então estimados para este período no tempo. Como já são conhecidos os volumes de comércio reais entre os BRICs até 2009, as previsões para 2010 serão de fácil avaliação quanto à sua acurácia. O cenário de médio prazo deste estudo será o ano de 2020, e o de longo prazo será 2030.

Nas suas aplicações em estudos similares, os coeficientes das equações gravitacionais nunca foram utilizados sobre parâmetros de períodos maiores do que vinte anos, para trás ou para frente, pois o comportamento dos coeficientes varia ao longo do tempo e a suscetibilidade a variações não captadas pelo modelo fica maior, desqualificando as estimações. Neste sentido, apesar de a Goldman Sachs ter produzido previsões de PIB e renda para os BRICs até 2050 – o modelo de crescimento de longo prazo por eles utilizado permite este alcance – aqui as predições ficarão limitadas ao ano de 2030, no intuito de oferecer previsões mais qualificadas e com menores margens de erro, menores desvios-padrão e maior acuracidade.

#### 4.2.1 Passo a passo das estimações

A equação gravitacional básica deste estudo segue as notações apresentadas no capítulo três, tendo neste caso específico o seguinte formato:

$$\begin{aligned}
 \ln M_{ij} = & \beta_0 + \beta_1 \ln Y_i + \beta_2 \ln Y_i/N_i + \beta_3 \ln AREA_i + \beta_4 \ln RER_i + \beta_5 \ln Y_e + \\
 & \beta_6 \ln Y_e/N_e + \beta_7 \ln AREA_e + \beta_8 \ln RER_e + \beta_9 \ln DIST_{ij} + & (4.1) \\
 & \beta_{10} \ln RDIST_i + \beta_{11} ADJ_{ij} + \beta_{12} I_i + \beta_{13} I_e + \sum \beta_q Lq_{ij} + \\
 & \beta_{14} COLONY_{ij} + \sum \beta_q APCq_{ij} + \sum \beta_q APCq_i + \sum \beta_q APCq_j + \varepsilon_{ij}
 \end{aligned}$$

O comportamento esperado de cada variável é o descrito a seguir:

- $M_{ij}$  é o volume do fluxo de importação entre os países  $i$  e  $j$ . Esta será a variável dependente do modelo, explicada em função das demais.
- $Y_i$  e  $Y_j$  são as rendas, representadas pelo PIB total anual em dólares correntes, do importador e do exportador em cada par de países. A teoria econômica define estas variáveis como *proxies* da demanda por consumo dos países (também a renda per capita serve como *proxy* para a demanda por consumo) e espera de seus coeficientes um sinal positivo, refletindo a elasticidade positiva entre o PIB e a importação.
- $Y/N$  – é a relação PIB/população, também referida como PIB per capita dos países  $i$  e  $j$ . A expectativa é que estes coeficientes igualmente apresentem sinais positivos.
- AREA – é a área territorial dos países  $i$  e  $j$ . Os coeficientes esperados são positivos, embora na prática os estudos tenham apresentado coeficientes positivos e pequenos, e em alguns casos até mesmo negativos para estes parâmetros. Intuitivamente pode-se entender que, quanto maior for a área geográfica de um país maior será a chance de ele ser mais fator-abundante, precisando assim importar menos e, portanto, apresentando uma elasticidade negativa em relação à importação. Esta observação também é feita por Frankel (1997).
- RER é o parâmetro relativo às taxas de câmbio anuais dos países  $i$  e  $j$ , definidas como o valor da moeda local de US\$ 1 no país em questão, multiplicada pelo deflator do PIB dos Estados Unidos e dividida pelo deflator do PIB do país.
- $DIST_{ij}$  é a distância geográfica absoluta entre os países da amostra. Dado que a distância é um fator que tende a aumentar os chamados custos de transação para o comércio internacional, o esperado é que seu coeficiente seja negativo, representando uma elasticidade negativa para a importação entre os países à medida que a distância entre eles for ficando maior.
- $RDIST_{ij}$  é a distância relativa dos países importadores, ponderada pela participação do PIB dos países exportadores em cada par de países no PIB mundial. Para a elaboração deste dado, foi criada uma planilha específica onde primeiramente o tamanho do PIB de cada país exportador foi relativizado em relação ao PIB mundial. Este percentual de participação foi então multiplicado pela distância absoluta entre o importador e cada exportador na amostra, e seus

resultados foram somados para estabelecer um *quantum* de distância relativa do país em relação ao resto do mundo. Em relação ao seu comportamento, espera-se um coeficiente positivo, denotando que quanto maior for a distância relativa de um país importador para com o resto do mundo, maior será o volume de comércio entre ele e seu parceiro comercial mais próximo. Esta *dummy* complementa os impactos da distância absoluta em uma regressão, já que se espera que dois países distantes dos demais tenham um comércio maior entre si do que dois países com muitos parceiros comerciais geograficamente próximos [ver POLAK (1996) apud AZEVEDO (2004)].

- $ADJ_{ij}$  – é a *dummy* que assume o valor 1 se os países são adjacentes (possuem fronteira territorial) e 0 em caso de não-adjacência. Espera-se um coeficiente positivo, significando que países adjacentes tendem a comercializar mais entre si.
- $I$  – é a *dummy* que assume o valor 1 se o país é uma ilha e 0, caso contrário. Ela é usada neste estudo tanto para o importador como para o exportador, e os coeficientes esperados de ambas são negativos, significando que um país-ilha tende a comercializar menos com o resto do mundo.
- $L_{ij}$  – é a *dummy* que assume o valor 1 se os países falam a mesma língua (é adicionada uma *dummy* para cada diferente idioma) e 0, caso contrário. Nesta pesquisa os idiomas para os quais foram usadas *dummies* são o inglês, espanhol, árabe e português. Os coeficientes esperados são sempre positivos, denotando que similaridades culturais entre os países tendem a aumentar o volume de comércio entre eles.
- COLONY é a *dummy* que assume o valor 1 se os países tiveram ao longo da história uma relação colonialista. O coeficiente esperado é positivo, dado que os laços colonialistas do passado tendem a fomentar o comércio presente.
- $APC_{ij}$ ,  $APC_i$  e  $APC_j$  são os conjuntos de *dummies* utilizadas para captar os efeitos dos acordos preferenciais de comércio nos fluxos internacionais de mercadorias.
- $\beta_0$  – é a constante na notação do modelo.
- $\varepsilon$  – é o erro admitido.

A coleção de *dummies* utilizadas para medir os efeitos dos APCs almeja o aumento do poder explicativo do modelo empregado, o que pode ser diagnosticado

pela medição do  $R^2$  e do  $R^2$  ajustado das equações, como será visto na sequência. Aplicando a metodologia de Soloaga e Winters (2001), foram usadas três *dummies* para cada bloco, sendo uma para o comércio intrabloco, uma para as importações e outra para as exportações do bloco. Embora este não seja o objetivo central deste estudo, o uso das três *dummies* simultâneas qualifica a estimação ao retratar não somente a criação e o desvio de comércio propiciados pelos blocos, como também o desvio de exportações provocado pelos mesmos.

Inicialmente, foram estimadas regressões com a utilização do método de Mínimos Quadrados Ordinários, visando minimizar a soma ao quadrado dos resíduos, como habitualmente faz-se nestas análises<sup>16</sup>. Tomados os dados anuais entre 2000 e 2007, e adicionalmente estimando a equação para o período completo em dados agrupados, obteve-se um conjunto de nove equações diferentes (uma para cada ano e uma para os dados agrupados), descritas aqui como equações MQO1.

A opção pela estimação de equações *cross-section* para cada série anual é justificada pela possibilidade de obtenção de uma maior aderência dos coeficientes aos resultados reais produzidos pela economia dos países naquele mesmo ano.

Já a regressão gerada a partir de dados agrupados costuma oferecer parâmetros mais robustos para as estimações desejadas, e sobreposta às estimações em corte transversal, fundamenta mais abrangentemente tais estimações, conforme atesta Frankel (1997). Os dados agrupados em uma regressão combinada possibilitam a obtenção de estimativas dos parâmetros mais confiáveis, aliviam o problema de multicolinearidade, dão mais graus de liberdade e geram uma eficiência maior aumentando a significância estatística de suas variáveis.

Em relação aos parâmetros para as taxas de câmbio dos países, estas variáveis foram utilizadas somente nas equações para dados agrupados de todo o período, uma vez que os efeitos da taxa de câmbio para um ano – visto que este dado anualizado é estanque – são nulos. Nestas equações, as taxas de câmbio foram preparadas a partir de uma metodologia de números-índices, estabelecendo-se o ano 2000 como inicial (número-índice de 2000 igual a 100), para captar as valorizações e desvalorizações

---

<sup>16</sup> Para todas as estimações deste estudo foram utilizados o software econométrico Eviews em sua versão 5.1 e os recursos de planilha Microsoft Excel 2007.

das moedas ao longo do tempo e seus efeitos sobre o comércio. Este cálculo de números-índices é o mesmo realizado por Azevedo (2004) a partir da seguinte formulação:

$$\text{RER}_{it} = e_{it} \times \frac{\text{USDef}_t}{i\text{Def}_t} \quad (4.2)$$

Sendo:

- $\text{RER}_{it}$  é a taxa de câmbio do país  $i$  no tempo  $t$ ;
- $e_{it}$  é a unidade da moeda local do país  $i$  por US\$, pela média do ano;
- $\text{USDef}_t$  é o deflator do PIB dos Estados Unidos no tempo  $t$ ;
- $i\text{Def}_t$  é o deflator do PIB do país  $i$  no tempo  $t$ .

Em um procedimento *ad hoc*, decidiu-se estimar também todas as equações *cross-section* para cada ano e a equação para os dados agrupados, utilizando-se arbitrariamente as chamadas variáveis fundamentais do modelo gravitacional (PIB, renda per capita, área e taxa de câmbio) para os países importadores e exportadores, mesmo que algumas destas não apresentassem significância estatística suficiente para mantê-las no modelo (nível de significância estatística superior a 90%). Esta definição gerou mais uma série de nove equações, descritas como MQO2.

A opção por gerar uma quantidade maior de conjuntos de coeficientes foi tomada pela necessidade de propiciar intervalos de confiança e permitir a escolha das equações que oferecessem os melhores resultados para as estimações pretendidas.

As quantidades de dados truncados encontrados nas séries utilizadas são apresentadas na tabela 4.4.

**Tabela 4.4 – Observações truncadas nas séries de dados**

ANO	OBSERVAÇÕES	OBSERVAÇÕES TRUNCADAS	% OBSERVAÇÕES TRUNCADAS
2000	3192	65	2.04%
2001	3192	50	1.57%
2002	3192	62	1.94%
2003	3192	62	1.94%
2004	3192	58	1.82%
2005	3192	47	1.47%
2006	3192	46	1.44%
2007	3192	44	1.38%
<b>2000-2007</b>	<b>25536</b>	<b>434</b>	<b>1.70%</b>

Fonte: planilhas de dados compostas para este estudo.

Embora os dados truncados estejam representando uma pequena porção das observações, não devendo comprometer seus resultados, eles de qualquer forma representam uma situação que precisa ser contornada para efeitos de estimação. Seguindo os procedimentos comumente adotados pela literatura, os dados truncados foram igualados a 0,001 para as estimações por MQO. Nesta condição, no entanto, há uma ponderação maior para os números extremos na estimação (já que o *log* de um número muito pequeno é um número negativo muito grande), gerando algum risco de enviesar as estimativas.

Dada esta realidade, optou-se por realizar para todos os anos e também para os dados agrupados, estimações pelo método Tobit convencional, que trata implicitamente as amostras censuradas, incorporando informações nas observações zeradas. O método Tobit utiliza as informações positivas para estimar o valor do comércio (também positivo), ao passo que as observações zeradas são empregadas para a estimação da probabilidade de o comércio ser positivo. Este procedimento é recomendado nestas circunstâncias por Soloaga e Winters (2001) e Azevedo (2004), entre outros.

Assim como nas equações por Mínimos Quadrados Ordinários, no emprego do método Tobit foram também geradas 18 equações diferentes, sendo:

- nove pelo método Tobit habitual – *cross-section* para os oito anos e mais uma para os dados agrupados – chamadas aqui Tobit 1, respeitando a significância estatística das variáveis a um nível de confiança mínimo de 90%;
- nove pelo procedimento *ad hoc* de manter arbitrariamente as variáveis centrais do modelo gravitacional na equação, mesmo quando estas não forem significativas estatisticamente, chamadas de Tobit 2.

Com uma gama de 36 diferentes equações, a tarefa passa a ser o exame dos resultados das mesmas sob dois aspectos: o primeiro aspecto é o da sua validade econométrica (maior quantidade de variáveis explicativas com significância estatística, poder explicativo do modelo como um todo, não-presença de heteroscedasticidade ou multicolinearidade dos dados, entre outros); o segundo aspecto é o da aderência dos resultados gerados às estimações que se deseja realizar.

Para este segundo propósito, são realizados alguns procedimentos determinísticos. No caso dos coeficientes gerados pelas equações *cross-section* para

cada um dos oito anos cobertos pela amostra, os mesmos são aplicados sobre os dados reais do respectivo ano, para comparar-se o comércio efetivo de um par de países com o previsto pelo modelo. Por exemplo, os coeficientes da equação Tobit 1 de 2007 são aplicados sobre os dados reais de 2007 para o par de países Brasil-China, e obtêm-se assim uma estimativa de volume de importação Brasil-China neste mesmo ano. A estimativa é então comparada com o dado efetivo (já são conhecidos os fluxos de comércio destes países até 2007) e qualifica-se assim o *fitting* da equação.

Como o alvo da pesquisa são as relações bilaterais entre os BRICs, o foco de análise são os doze fluxos de comércio gerados entre eles, mostrados na tabela 4.5. As comparações de cada ano geram doze diferenças, e mensura-se então a média das diferenças a fim de apontar qual o nível de acerto geral da equação do ano para os resultados efetivos. Este procedimento permite identificar as melhores equações, tanto do ponto-de-vista estatístico quanto em relação à capacidade delas de gerar previsões para o comércio.

No que tange aos coeficientes obtidos com as regressões para os dados agrupados (quatro equações – MQO1, MQO2, Tobit 1 e Tobit 2), estes são aplicados sobre os dados reais de cada ano da série, a fim de acompanhar a sua performance ao longo do período e mensurar o quanto os valores estimados se aproximam ou se afastam dos fluxos efetivos de comércio do período.

A melhor ou as melhores equações, no sentido de terem gerado as melhores previsões para o comércio bilateral entre os BRICs de 2000 a 2007, são por fim utilizadas para as estimações de comércio futuro entre os BRICs, nos cenários de curto (2010), médio (2020) e longo prazo (2030). A ideia é eleger duas equações para gerar previsões com intervalos de confiança e dar assim maior flexibilidade às predições.

**Tabela 4.5 – Fluxos de importação de todos os pares de países dos BRICs**

Brasil x China	China x Brasil	Índia x Brasil	Rússia x Brasil
Brasil x Índia	China x Índia	Índia x China	Rússia x China
Brasil x Rússia	China x Rússia	Índia x Rússia	Rússia x Índia

Fonte: dados coletados para o estudo.



### 4.3 Resultados das estimações

Os arranjos de dados e os formatos de estimação pré-definidos geraram um conjunto de 36 equações potenciais, das quais 32 resultaram em estimações com conjuntos de coeficientes diferentes.

#### 4.3.1 Estimações por Mínimos Quadrados Ordinários

O grupo de equações MQO1 utilizou o método dos Mínimos Quadrados Ordinários e manteve como coeficientes válidos somente aqueles cuja significância estatística fosse superior a 90%. Com este critério foram geradas nove equações, sendo uma para cada ano da série (equações *cross-section* de 2000 a 2007) e uma para os dados do período inteiro agrupados.

Dado que os critérios estatísticos eliminaram da maioria das equações alguns coeficientes considerados fundamentais para as propriedades da equação gravitacional (PIB, PIB per capita e área dos países), decidiu-se estimar um novo grupo de regressões pelo mesmo método, nomeadas aqui de MQO2. Nestas equações, os coeficientes das variáveis-chave do modelo foram mantidos mesmo sem a necessária significância estatística. Este procedimento gerou outras seis equações, sendo cinco *cross-section* para os anos de 2003 a 2007 e uma para os dados do período 2000-2007 agrupados. Não foram regredidas equações MQO2 para os anos de 2000, 2001 e 2002 pois todas as variáveis fundamentais do modelo gravitacional eram estatisticamente significativas e já haviam sido estimadas nas equações MQO1 dos respectivos anos.

De posse dos resultados destas equações, partiu-se para uma análise da qualidade das estimações, a fim de eleger aquelas que poderiam ser experimentadas para mensurar fluxos de comércio com maior acuracidade.

A tabela 4.6 resume a quantidade de variáveis significativas, o  $R^2$  e a quantidade de observações válidas de cada estimação. No caso desta última informação, todas as regressões por Mínimos Quadrados Ordinários dos dados anuais apresentam 3192 observações válidas (57 países x 56 exportadores), uma vez que definiu-se para este procedimento alimentar as observações truncadas com o valor 0,001 para permitir a formatação loglinear dos dados.

**Tabela 4.6 – Análise das características gerais das equações MQO1 e MQO2**

	Variáveis significativas		R2		Observações da série	
	MQO1	MQO2	MQO1	MQO2	MQO1	MQO2
<b>2000</b>	23	-	0.5755	-	3192	-
<b>2001</b>	26	-	0.5982	-	3192	-
<b>2002</b>	26	-	0.5814	-	3192	-
<b>2003</b>	24	26	0.5953	0.5957	3192	3192
<b>2004</b>	25	27	0.5981	0.5982	3192	3192
<b>2005</b>	28	30	0.6093	0.6095	3192	3192
<b>2006</b>	28	30	0.6107	0.6108	3192	3192
<b>2007</b>	21	23	0.6093	0.6094	3192	3192
<b>Dados Agrupados</b>	33	35	0.5878	0.5878	25536	25536

Fonte: estimações do estudo.

Como mostram os resultados, a utilização arbitrária das variáveis-chave do modelo gravitacional, mesmo que não significativas, não representou uma melhoria na qualidade das estimações. Elas não adicionaram variáveis significativas e não contribuíram para a melhora da propriedade explicativa da equação, captada pelo  $R^2$ . Devido aos resultados insatisfatórios e à inadequação do procedimento quanto às teorias de estimação de regressões lineares [ver GUJARATI (1999)], optou-se por desconsiderar as equações MQO2.

Em relação ao  $R^2$  das estimações MQO1, observa-se que a equação regredida para os dados agrupados, da qual se esperava um aumento do poder explicativo (inclusão das variáveis de taxas de câmbio, mais graus de liberdade, etc.), apresentou uma piora do  $R^2$  (0,5878). Esta equação também foi desqualificada para a aplicação nas estimações desejadas, visto que, além de oferecer um menor poder explicativo, pode suscitar questionamentos quando da aplicação de seus coeficientes (de um período de oito anos) para estimações anuais, sem a devida checagem da estabilidade de seus parâmetros.

#### **4.3.2 Estimações pelo método Tobit**

Todas as mesmas equações foram estimadas através da utilização do método Tobit, que trata as observações truncadas da série de modo a melhorar a qualidade dos coeficientes da regressão como um todo. Assim tivemos:

- nove equações Tobit 1 mantendo somente variáveis significativas, sendo uma para cada ano da série (equações *cross-section* de 2000 a 2007) e uma para os dados do período inteiro agrupados;

- oito equações Tobit 2, mantendo arbitrariamente todas as variáveis-chave mesmo quando não significativas. Foram estimadas uma equação para cada ano da série (com exceção do ano 2001 que possuía todas as variáveis-chave significativas, tendo sido captado por Tobit 1) e uma equação para os dados agrupados. As características gerais destas estimações estão na tabela 4.7.

**Tabela 4.7 - Análise das características gerais das equações Tobit 1 e Tobit 2**

	Variáveis significativas		R <sup>2</sup>		Observações da série	
	Tobit 1	Tobit 2	Tobit 1	Tobit 2	Tobit 1	Tobit 2
<b>2000</b>	30	31	0.7993	0.7994	3123	3123
<b>2001</b>	29	-	0.7942	-	3137	-
<b>2002</b>	33	34	0.8034	0.8036	3124	3124
<b>2003</b>	34	36	0.8039	0.8039	3130	3130
<b>2004</b>	35	36	0.8090	0.8091	3134	3134
<b>2005</b>	36	35	0.8013	0.8010	3145	3145
<b>2006</b>	34	35	0.8003	0.8003	3145	3145
<b>2007</b>	33	34	0.8012	0.8012	3148	3148
<b>Dados Agrupados</b>	39	40	0.7980	0.7980	25086	25086

Fonte: estimações do estudo.

A estimação por Tobit melhorou de forma sensível todas as estimações em relação ao seu poder explicativo integral, denotado pelo  $R^2$  que passou de uma média de 0,60 em MQO1 para 0,80 em Tobit 1. Este método também tornou as equações mais abrangentes, pois trouxe validade estatística para um número maior de parâmetros. De maneira geral, nas equações Tobit a inclusão arbitrária das variáveis-chave do modelo gravitacional não aprimorou as regressões, como já havia acontecido nas equações MQO. Assim, foram mantidas somente as estimações Tobit 1 e descartadas as demais.

Quanto à estimação dos dados agrupados, novamente esta não representou melhoria para o modelo, tendo sido desconsiderada para efeitos de utilização para prever o comércio.

A prevalência da qualidade estatística das estimações realizadas pelo método Tobit em comparação com as que utilizaram os Mínimos Quadrados Ordinários fez com que fossem mantidas apenas as equações Tobit 1 para aplicação ao modelo de previsão de comércio. Visando garantir maior eficácia ao procedimento, foi realizado um exaustivo trabalho de testagem dos coeficientes para medição da aderência dos mesmos aos resultados reais de comércio. Para isto, todos os coeficientes de todas as equações anuais foram aplicados sobre os dados reais dos parâmetros do mesmo ano, relativos aos fluxos bilaterais de importação entre os BRICs. Por exemplo, as quatro equações geradas para 2007 – MQO1, MQO2, Tobit 1 e Tobit 2 (e da mesma forma para todos os outros anos) foram aplicadas aos parâmetros reais do mesmo ano, com o objetivo de compararmos o quanto os coeficientes foram capazes de aproximar o fluxo estimado com o fluxo real de comércio ocorrido. Esta verificação se fez para os doze diferentes pares de países na combinação dos BRICs (detalhados na Tabela 4.5). As diferenças (estimado *versus* real) para os doze pares foram transformadas em uma média que captou a capacidade geral daquele conjunto de coeficientes de aproximar a estimativa da realidade (tabela 4.8).

**Tabela 4.8 – Média das Diferenças percentuais de cada estimativa – Equações Cross-Section – Anuais de 2000 a 2007<sup>17</sup>**

Ano	Método de Estimativa			
	Tobit 1	Tobit 2	MQO 1	MQO 2
<b>2007</b>	<b>-4.44%</b>	-8.06%	-38.58%	-49.83%
<b>2006</b>	<b>0.84%</b>	6.31%	14.82%	14.02%
<b>2005</b>	30.10%	36.52%	54.04%	62.37%
<b>2004</b>	12.25%	14.51%	47.61%	46.98%
<b>2003</b>	20.71%	41.11%	44.37%	27.10%
<b>2002</b>	19.45%	30.55%	57.11%	-
<b>2001</b>	27.51%	-	49.33%	-
<b>2000</b>	37.93%	39.66%	83.95%	-

Fonte: estimativas do estudo. A cada ano foram geradas 12 previsões de comércio para cada equação. Entre o ano 2000 e 2007 temos as informações do fluxo real de comércio entre os BRICs. Compara-se o valor gerado pela estimativa com o quantum real e gera-se um percentual de diferença entre a estimativa e o efetivo. É feita então uma média destas diferenças para cada ano em cada método de estimativa.

Apesar de as equações dos dados agrupados já terem sido desqualificadas pelos motivos já explicados, as mesmas foram submetidas a uma aplicação parecida com a que se fez para os coeficientes das equações *cross-section*. A diferença é que um mesmo conjunto de parâmetros foi aplicado ao longo dos oito anos da amostra,

<sup>17</sup> Tabelas com os resultados completos são apresentadas nos Anexos 4 e 5 deste trabalho.

gerando um resultado que se aproximou ou se afastou mais ou menos do comércio real ao longo do período, como resume a tabela 4.9.

**Tabela 4.9 – Média das Diferenças percentuais de cada estimação – Equações de Dados Agrupados – Período 2000 - 2007**

Método de Estimação	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>Tobit 1</b>	<b>44.89%</b>	<b>80.54%</b>	<b>104.15%</b>	<b>92.39%</b>	<b>76.82%</b>	<b>63.47%</b>	<b>34.32%</b>	<b>13.51%</b>
<b>Tobit 2</b>	49.16%	84.20%	106.74%	95.10%	79.14%	65.40%	36.26%	15.62%
<b>MQO 1</b>	66.45%	96.49%	126.69%	94.10%	60.46%	34.10%	-7.40%	-50.01%
<b>MQO 2</b>	59.53%	90.33%	121.52%	89.79%	57.32%	32.50%	-8.71%	-50.99%

Fonte: estimações do estudo.

A esta altura estão disponíveis todos os critérios para a escolha das melhores equações geradas, as quais serão efetivamente usadas para as previsões de fluxo de comércio que são alvo deste estudo. Numa recapitulação breve:

- os arranjos das equações MQO1 e Tobit 1 (somente com variáveis estatisticamente significativas) prevaleceram sobre as MQO2 e Tobit 2 (que incluíam as variáveis-chave não significativas do modelo gravitacional);

- em todos os casos, as equações dos dados agrupados foram descartadas, pelo menor poder explicativo das mesmas e pela não-observância da estabilidade de seus parâmetros ao longo do período da amostra;

- restando as equações MQO 1 e Tobit 1 de cada ano, foram preferidas as equações Tobit 1, que tratam adequadamente as observações truncadas e oferecem maior abrangência explicativa, um leque mais completo de variáveis e uma capacidade preditiva maior, como revelou o experimento de aplicação das mesmas (tabela 4.8).

- entre as equações Tobit 1, as tabelas 4.7 e 4.8 mostram que as mais relevantes foram as dos anos de 2006 e 2007. Estas equações apresentaram um  $R^2$  na faixa de 0.80, uma quantidade de variáveis significativas entre 33 e 34 estando entre as mais altas, e principalmente uma precisão maior quando aplicadas aos parâmetros reais dos respectivos anos, na comparação dos valores de suas previsões com os dados reais de comércio daqueles anos. A equação Tobit 1 do ano de 2006 praticamente igualou suas previsões ao comércio efetivo entre os BRICs naquele ano, gerando uma diferença de apenas 0,84%. A equação de 2007, por sua vez, subestimou levemente o comércio entre os BRICs, prevendo um volume para aquele ano 4,44% menor do que o efetivo. Ambas foram, portanto, as equações melhor ajustadas.

Visando oferecer intervalos de confiança para as previsões, as equações Tobit 1 de 2006 e 2007 foram finalmente as escolhidas para as estimações do fluxo de comércio entre os BRICs no curto, médio e longo prazo.

#### 4.3.3 Comportamento dos coeficientes e validação estatística

Embora as equações Tobit 1 de 2006 e 2007 tenham sido as melhores equações, tanto do ponto de vista estatístico como na sua aplicação empírica, pode-se dizer que todas as equações apresentaram comportamentos muito parecidos em relação aos seus coeficientes (ver tabelas 4.10, 4.11 e 4.12):

- os coeficientes dos PIBs do importador e do exportador apresentaram coeficientes positivos e acima de 1, com 99% de significância estatística em todas as estimações. Nas equações Tobit 1 2006 e Tobit 1 2007 os coeficientes foram de 1,1554 e 1,1553 para o PIB do importador, e 1,1939 e 1,2250 para o PIB do exportador;

- quanto à renda per capita, no caso dos coeficientes para o importador os mesmos foram instáveis mas sempre muito pequenos<sup>18</sup> (variando de -0.1730 na equação Tobit 1 de 2005 a 0,1073 na equação Tobit 1 de 2000) e no caso das equações finais (Tobit 1 2006 e 2007) sequer foram significativos estatisticamente; para a renda per capita do exportador, coeficientes positivos e significativos a 99%, sendo 0,2255 na equação Tobit 1 2006 e 0,1771 na Tobit 1 2007;

- os coeficientes das áreas foram sempre negativos para o importador e oscilantes para o exportador. Nas equações finais os resultados foram: para a área do importador, coeficientes de -0,1839 na equação Tobit 1 2006 e -0,1823 na equação Tobit 1 2007, ambas com 99% de significância; para a área do exportador, coeficientes de -0,044 em Tobit 1 2006 e -0,0682 em Tobit 1 2007, com nível de confiança de 95% e 99% respectivamente. O sinal negativo nos coeficientes das áreas indica que países com maior dotação de recursos tendem a engajar-se menos no comércio internacional;

- em relação aos coeficientes de distância relativa, como esperado todos apresentaram sinal positivo e significância a 99%. Nas equações principais seus coeficientes foram 1,3253 (Tobit 1 2006) e 1,4309 (Tobit 1 2007);

---

<sup>18</sup> Outras aplicações empíricas mostraram resultados similares, com coeficientes oscilantes e pequenos, mesmo que a teoria esperasse deles um comportamento positivo como fruto da contribuição que uma renda per capita mais elevada (demanda por consumo) daria às importações. Azevedo (2004) e Eichengreen *et al.* (2004), entre outros, encontraram resultados parecidos.

- já os sinais dos coeficientes de distância absoluta foram todos negativos, confirmando as propriedades da equação gravitacional (-0,9959 a 99% de significância em Tobit 1 2006 e -1,0099 a 99% de significância em Tobit 1 2007). Assim, na relação de elasticidade, para cada 1% no aumento da distância absoluta entre dois países, o comércio entre eles tende a diminuir em média 1%.

No que diz respeito aos resultados das estimações para as *dummies* do modelo, os comportamentos mais recorrentes foram os seguintes:

- *dummy* de adjacência entre os países: não obteve significância estatística a um nível de confiança mínimo de 90% em nenhuma das estimações, não fazendo portanto parte das equações finais<sup>19</sup>.

- *dummies* de isolamento territorial (ilha) para o importador e o exportador: confirmando as propriedades do modelo, tais coeficientes foram sempre negativos, mas em vários anos não alcançaram um nível mínimo de confiança, provavelmente pelo pequeno contingente de países-ilha da amostra (Austrália, Hong Kong, Indonésia, Irlanda, Japão, Nova Zelândia, Filipinas, Trinidad & Tobago e Reino Unido). Na equação Tobit 1 2006 os parâmetros foram de -0,3731 para o importador e -0,3533 para o exportador, e na equação Tobit 1 2007 foram de -0,4219 para o importador e -0,2833 para o exportador, todos a 99% de significância;

- *dummies* de idiomas e *dummy* de relação colonialista: em praticamente todas as diferentes estimações, a *dummy* de relação colonialista entre os países e a *dummy* para o idioma português não foram significativas, não sendo portanto fatores preponderantes para explicar os fluxos de comércio. As demais variáveis de idiomas foram significativas e se comportaram conforme o previsto, conforme detalham as tabelas de resultados 4.10, 4.11 e 4.12.<sup>20</sup>

<sup>19</sup> Os coeficientes para a *dummy* de adjacência não estão sendo mostrados pois foram excluídos de todas as estimações, pela falta de significância estatística. Mesmo assim, antes de sua eliminação, observou-se que as mesmas eram positivas e muito pequenas em quase todas as equações.

<sup>20</sup> *Dummies* para os participantes de APCs: embora os inúmeros resultados obtidos com o emprego das *dummies* de APCs tragam conclusões interessantes, não é objeto deste estudo uma análise mais profunda a respeito dos mesmos. A aplicação delas aqui tem o propósito de qualificar o modelo somente, tornando mais fidedignas as equações obtidas.

Tabela 4.10 – Resultados das Estimações – MQO 1 e 2

VARIÁVEL	2000		2001		2002		2003	
	MQO 1	MQO 2	MQO 1	MQO 2	MQO 1	MQO 2	MQO 1	MQO 2
LOGYI	1.2317 ***	-	1.1900 ***	-	1.1898 ***	-	1.3867 ***	1.3356 ***
LOGYCI	0.1553 **	-	0.2024 ***	-	0.2155 ***	-	N.S.	0.1025 -
LOGAREAI	-0.1648 ***	-	-0.1215 ***	-	-0.1361 ***	-	-0.2825 ***	-0.2462 ***
LOGRERIINDEX	N.S.	-	N.S.	-	N.S.	-	N.S.	N.S.
LOGYE	1.1860 ***	-	1.2191 ***	-	1.2689 ***	-	1.3559 ***	1.3224 ***
LOGYCE	0.4207 ***	-	0.3559 ***	-	0.3467 ***	-	0.2306 ***	0.2691 ***
LOGAREAE	0.1027 **	-	0.1137 ***	-	0.0796 **	-	N.S.	0.0391 -
LOGREREINDEX	N.S.	-	N.S.	-	N.S.	-	N.S.	N.S.
LOGRDIST	1.8521 ***	-	0.9316 ***	-	1.1032 ***	-	1.2286 ***	1.2956 ***
LOGDISTCEPII	-1.2366 ***	-	-1.1743 ***	-	-1.1838 ***	-	-1.1770 ***	-1.1782 ***
DISLI	N.S.	-	N.S.	-	N.S.	-	N.S.	N.S.
DISLE	N.S.	-	N.S.	-	N.S.	-	N.S.	N.S.
DENG	N.S.	-	0.6085 *	-	N.S.	-	N.S.	N.S.
DSPA	1.5314 ***	-	1.5486 ***	-	1.4344 ***	-	1.7709 ***	1.7434 ***
DARAB	N.S.	-	3.0318 ***	-	N.S.	-	1.7845 *	1.8279 **
ANDEAN	1.7094 **	-	1.4446 ***	-	1.6203 **	-	1.7649 **	1.7440 **
ANDEANE	N.S.	-	-0.4908 **	-	N.S.	-	N.S.	N.S.
ASEAN	1.4448 **	-	1.5118 **	-	1.2915 *	-	2.4645 ***	2.5759 ***
ASEANE	2.1339 ***	-	2.0371 ***	-	1.9951 ***	-	1.9537 ***	2.0025 ***
ASEANI	0.6910 ***	-	1.0084 ***	-	0.6555 ***	-	N.S.	N.S.
CACM	3.0177 ***	-	2.8826 ***	-	2.9634 ***	-	2.7564 ***	2.8409 ***
CACME	-0.4990 **	-	-0.5092 **	-	-0.7169 ***	-	-0.6486 ***	-0.6228 ***
CACMI	N.S.	-	N.S.	-	N.S.	-	N.S.	N.S.
EC	N.S.	-	-0.8457 **	-	-1.0621 ***	-	-1.2913 ***	-1.3125 ***
ECE	N.S.	-	-0.3434 **	-	-0.3295 *	-	-0.4326 **	-0.4097 **
ECI	1.2233 ***	-	0.6017 ***	-	0.5191 ***	-	0.4312 **	0.3894 **
EFTAI	0.7352 **	-	N.S.	-	N.S.	-	N.S.	N.S.
GULF	-7.8056 ***	-	-10.5770 ***	-	-7.7593 ***	-	-9.2686 ***	-9.4053 ***
GULFE	-4.8610 ***	-	-4.1974 ***	-	-4.7860 ***	-	-4.2292 ***	-4.2430 ***
GULFI	-0.8590 ***	-	N.S.	-	-1.1541 ***	-	-2.5659 ***	-2.6795 ***
LAIA	N.S.	-	N.S.	-	N.S.	-	N.S.	N.S.
LAIAI	-1.1887 **	-	N.S.	-	N.S.	-	-1.1134 **	-1.0020 **
MERC	N.S.	-	N.S.	-	2.1865 **	-	2.4149 ***	2.3276 ***
MERCE	N.S.	-	N.S.	-	1.1074 ***	-	1.2634 ***	1.2212 ***
MERCI	N.S.	-	N.S.	-	-0.4315 *	-	N.S.	N.S.
NAFTA	-1.0049 ***	-	-1.4085 ***	-	-1.3375 ***	-	-1.2078 ***	-1.2742 ***
NAFTAI	1.4302 ***	-	0.5187 *	-	0.5371 *	-	1.1022 ***	0.9785 ***
C	-53.7994 ***	-	-46.3367 ***	-	-48.5562 ***	-	-51.7413 ***	-52.1702 ***
Nº Observações	3192	-	3192	-	3192	-	3192	3192
R2	0.5755	-	0.5982	-	0.5814	-	0.5953	0.5957

N.S. – coeficiente não significativo  
 \*\*\* - significância estatística a 99%;  
 \*\* - significância estatística a 95%;  
 \* - significância estatística a 90%.



Tabela 4.10 – Resultados das Estimções – MQO 1 e 2 – continuação

VARIÁVEL	2004		2005		2006		2007	
	MQO 1	MQO 2	MQO 1	MQO 2	MQO 1	MQO 2	MQO 1	MQO 2
LOGYI	1.3230 ***	1.3139 ***	1.2967 ***	1.3180 ***	1.3648 ***	1.36174 ***	1.3418 ***	1.3244 ***
LOGYCI	N.S.	0.0144 -	N.S.	-0.0493 -	N.S.	0.00661 -	N.S.	0.0405 -
LOGAREAI	-0.2190 ***	-0.2130 ***	-0.1982 ***	-0.2148 ***	-0.2377 ***	-0.2354 ***	-0.2395 ***	-0.2266 ***
LOGRERIINDEX	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
LOGYE	1.3509 ***	1.3123 ***	1.2913 ***	1.2601 ***	1.3180 ***	1.29864 ***	1.3156 ***	1.3241 ***
LOGYCE	0.2244 ***	0.2669 ***	0.2203 ***	0.2517 ***	0.1950 ***	0.21339 ***	0.1960 ***	0.1873 ***
LOGAREAE	N.S.	0.0452 -	N.S.	0.0349 -	N.S.	0.02119 -	N.S.	-0.0100 -
LOGREREINDEX	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
LOGRDIST	1.3213 ***	1.3397 ***	1.5229 ***	1.6015 ***	1.4276 ***	1.43566 ***	1.1667 ***	1.1946 ***
LOGDISTCEPII	-1.1535 ***	-1.1579 ***	-1.1832 ***	-1.1867 ***	-1.1305 ***	-1.1309 ***	-1.2152 ***	-1.2142 ***
DISLI	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	-0.2938 *	-0.2965 *	N.S.	N.S.
DISLE	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	-0.3260 **	-0.3237 **	N.S.	N.S.
DENG	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	0.5379 *	0.53404 *	N.S.	N.S.
DSPA	1.6017 ***	1.5773 ***	1.8065 ***	1.7967 ***	1.7780 ***	1.76942 ***	1.7062 ***	1.7069 ***
DARAB	1.9654 **	1.9750 **	1.4531 *	1.4521 *	1.6311 *	1.63446 *	N.S.	N.S.
ANDEAN	1.6896 **	1.6570 **	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
ANDEANE	N.S.	N.S.	-0.4107 **	-0.4538 **	-0.3733 *	-0.398 *	N.S.	N.S.
ASEAN	2.5082 ***	2.5691 ***	2.3833 ***	2.3683 ***	2.3054 ***	2.33252 ***	2.0548 ***	2.0682 ***
ASEANE	1.9671 ***	2.0297 ***	1.8279 ***	1.8673 ***	1.8111 ***	1.83461 ***	1.7106 ***	1.6942 ***
ASEANI	N.S.	N.S.	0.4106 **	0.3629 *	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
CACM	2.8822 ***	2.9211 ***	2.3549 ***	2.3442 ***	1.8070 ***	1.82174 ***	2.6071 ***	2.6297 ***
CACME	-0.4203 *	-0.3892 *	-0.6555 ***	-0.6468 ***	-0.5253 **	-0.5193 **	-0.5786 ***	-0.5842 ***
CACMI	N.S.	N.S.	0.5748 ***	0.5597 **	0.5399 **	0.54491 **	0.6226 ***	0.6481 ***
EC	-1.2299 ***	-1.2090 ***	-1.0416 ***	-0.9499 ***	-1.1149 ***	-1.1027 ***	-1.2861 ***	-1.3073 ***
ECE	-0.5565 ***	-0.5285 ***	-0.6363 ***	-0.6194 ***	-0.5626 ***	-0.5488 ***	-0.5663 ***	-0.5736 ***
ECI	0.4600 **	0.4588 **	0.6403 ***	0.7193 ***	0.4098 **	0.40903 **	0.3561 **	0.3407 *
EFTAI	N.S.	N.S.	0.4653 *	0.5842 **	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
GULF	-10.2181 ***	-10.2359 ***	-10.0698 ***	-10.0036 ***	-10.2722 ***	-10.279 ***	-8.6958 ***	-8.7325 ***
GULFE	-4.8751 ***	-4.8891 ***	-4.1531 ***	-4.1729 ***	-4.6475 ***	-4.657 ***	-4.2451 ***	-4.2436 ***
GULFI	-1.9500 ***	-1.9697 ***	-2.2354 ***	-2.1672 ***	-2.0198 ***	-2.0281 ***	-1.2511 ***	-1.2874 ***
LAIA	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
LAIAI	-0.8529 *	-0.8402 *	-0.9207 **	-1.0139 **	-0.8406 *	-0.8351 *	N.S.	N.S.
MERC	2.1024 **	2.0310 **	1.5085 *	1.4459 *	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
MERCE	1.3878 ***	1.3330 ***	0.8050 ***	0.7496 ***	0.6194 ***	0.58687 **	0.7921 ***	0.8070 ***
MERCI	-0.4427 *	-0.4517 *	-0.5537 **	-0.5542 **	-0.4083 *	-0.4114 *	N.S.	N.S.
NAFTAE	-1.1918 ***	-1.2674 ***	-1.2178 ***	-1.2804 ***	-1.2944 ***	-1.3282 ***	-1.0324 ***	-1.0162 ***
NAFTAI	0.9623 ***	0.9507 ***	1.1555 ***	1.2738 ***	0.8296 ***	0.82353 ***	0.6168 **	0.5840 **
C	-51.9934 ***	-52.0387 ***	-51.5353 ***	-52.1029 ***	-53.0397 ***	-53.045 ***	-49.4331 ***	-49.6809 ***
Nº Observações	3192	3192	3192	3192	3192	3192	3192	3192
R2	0.5981	0.5982	0.6093	0.6095	0.6107	0.6108	0.6093	0.6094

N.S. – coeficiente não significativo  
 \*\*\* - significância estatística a 99%;  
 \*\* - significância estatística a 95%;  
 \* - significância estatística a 90%.

Tabela 4.11 – Resultados das Estimações – Tobit 1 e 2

VARIÁVEL	2000		2001		2002		2003	
	Tobit 1	Tobit 2	Tobit 1	Tobit 2	Tobit 1	Tobit 2	Tobit 1	Tobit 2
LOGYI	1.0142 ***	1.0141 ***	0.9874 ***	-	1.0579 ***	1.0571 ***	1.1369 ***	1.1369 ***
LOGYCI	0.1073 ***	0.1072 ***	0.0931 ***	-	0.0539 *	0.0540 *	0.0661 **	0.0661 **
LOGAREAI	-0.1219 ***	-0.1219 ***	-0.1341 ***	-	-0.1483 ***	-0.1480 ***	-0.1848 ***	-0.1848 ***
LOGRERIINDEX	N.S.	N.S.	N.S.	-	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
LOGYE	1.1089 ***	1.0845 ***	1.0543 ***	-	1.1605 ***	1.1323 ***	1.1601 ***	1.1583 ***
LOGYCE	0.2907 ***	0.3215 ***	0.4017 ***	-	0.3244 ***	0.3612 ***	0.3006 ***	0.3029 ***
LOGAREAE	N.S.	0.0280 -	0.0757 ***	-	N.S.	0.0318 -	N.S.	0.0020 -
LOGREREINDEX	N.S.	N.S.	N.S.	-	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
LOGRDIST	1.2305 ***	1.2360 ***	1.3052 ***	-	1.1326 ***	1.1388 ***	1.1620 ***	1.1624 ***
LOGDISTCEPII	-1.0875 ***	-1.0893 ***	-1.2485 ***	-	-1.0289 ***	-1.0327 ***	-1.0326 ***	-1.0329 ***
DISLI	N.S.	N.S.	N.S.	-	-0.1628 *	-0.1621 *	-0.2132 **	-0.2131 *
DISLE	N.S.	N.S.	-0.2043 **	-	-0.2251 ***	-0.2354 ***	-0.3109 ***	-0.3114 ***
DENG	0.4023 **	0.3927 **	N.S.	-	0.4668 ***	0.4571 ***	0.5431 ***	0.5425 ***
DSPA	0.9609 ***	0.9500 ***	N.S.	-	1.0021 ***	0.9903 ***	1.0309 ***	1.0301 ***
DARAB	N.S.	N.S.	N.S.	-	0.7078 *	0.6917 *	1.2128 ***	1.2118 ***
DCOLONY	N.S.	N.S.	0.5813 ***	-	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
ANDEAN	1.1901 ***	1.1625 ***	N.S.	-	1.2448 ***	1.2045 ***	1.6352 ***	1.6327 ***
ANDEANE	-0.3952 ***	-0.4292 ***	-0.4256 ***	-	-0.5295 ***	-0.5721 ***	-0.3885 ***	-0.3912 ***
ANDEANI	-0.3792 ***	-0.3774 ***	N.S.	-	-0.2566 ***	-0.2572 ***	N.S.	N.S.
ASEAN	2.2218 ***	2.2485 ***	1.9998 ***	-	2.2938 ***	2.3200 ***	2.4430 ***	2.4446 ***
ASEANE	1.2860 ***	1.3156 ***	1.5107 ***	-	1.3327 ***	1.3669 ***	1.4336 ***	1.4357 ***
ASEANI	0.5379 ***	0.5376 ***	0.5633 ***	-	0.4788 **	0.4777 **	0.5804 ***	0.5804 ***
CACM	2.0730 ***	2.0859 ***	2.4702 ***	-	2.2519 ***	2.2550 ***	2.5250 ***	2.5253 ***
CACME	-0.7717 ***	-0.7619 ***	-0.6435 ***	-	-0.6959 ***	-0.6889 ***	-0.5140 ***	-0.5136 ***
CACMI	-0.2171 *	-0.2133 *	N.S.	-	N.S.	N.S.	0.4736 ***	0.4738 ***
EC	-0.6324 ***	-0.6313 ***	-1.0345 ***	-	-0.8577 ***	-0.8663 ***	-1.0464 ***	-1.0468 ***
ECE	-0.5733 ***	-0.5718 ***	-0.7997 ***	-	-0.8268 ***	-0.8319 ***	-0.9031 ***	-0.9033 ***
ECI	0.5598 ***	0.5634 ***	0.4897 ***	-	0.4295 ***	0.4325 ***	0.3381 ***	0.3382 ***
EFTA	N.S.	N.S.	-1.0164 ***	-	-0.6121 *	-0.6664 *	-0.6918 **	-0.6950 **
EFTAE	-0.4290 ***	-0.4663 ***	-0.7770 ***	-	-0.6905 ***	-0.7422 ***	-0.7069 ***	-0.7100 ***
EFTAI	N.S.	N.S.	N.S.	-	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
GULF	N.S.	N.S.	N.S.	-	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
GULFE	-1.6795 ***	-1.7053 ***	-1.8873 ***	-	-1.6673 ***	-1.7044 ***	-1.8626 ***	-1.8648 ***
GULFI	-0.4802 ***	-0.4801 ***	-0.4362 ***	-	N.S.	N.S.	-0.9629 ***	-0.9629 ***
LAIA	0.7087 ***	0.7194 ***	0.9650 ***	-	0.7640 ***	0.7748 ***	0.6475 ***	0.6483 ***
LAI	-1.2067 ***	-1.2130 ***	-0.8949 ***	-	-1.1840 ***	-1.1915 ***	-1.0215 ***	-1.0219 ***
MERC	N.S.	N.S.	N.S.	-	1.7398 ***	1.6779 ***	2.0106 ***	2.0067 ***
MERCE	-0.5368 ***	-0.5852 ***	-0.2500 **	-	0.5344 ***	0.4796 ***	0.6582 ***	0.6547 ***
MERCI	-0.6370 ***	-0.6366 ***	-0.4494 ***	-	-0.5069 ***	-0.5079 ***	-0.3909 ***	-0.3910 ***
NAFTA	-1.0300 ***	-1.0928 ***	-1.3900 ***	-	-1.4774 ***	-1.5554 ***	-1.4747 ***	-1.4794 ***
NAFTAI	1.0065 ***	1.0131 ***	1.1924 ***	-	1.0015 ***	1.0082 ***	0.9513 ***	0.9517 ***
C	-38.8527 ***	-38.9670 ***	-37.5566 ***	-	-40.5507 ***	-40.6072 ***	-42.4745 ***	-42.5726 ***
Nº Observações	3123	3123	3137	-	3124	3124	3130	3130
R2	0.7993	0.7994	0.7942	-	0.8034	0.8036	0.8039	0.8039

N.S. – coeficiente não significativo  
 \*\*\* - significância estatística a 99%;  
 \*\* - significância estatística a 95%;  
 \* - significância estatística a 90%.

Tabela 4.11 – Resultados das Estimações – Tobit 1 e 2 – continuação

VARIÁVEL	2004		2005		2006		2007	
	Tobit 1	Tobit 2	Tobit 1	Tobit 2	Tobit 1	Tobit 2	Tobit 1	Tobit 2
LOGYI	1.1182 ***	1.1187 ***	1.1263 ***	1.1415 ***	1.1554 ***	1.1676 ***	1.1553 ***	1.1612 ***
LOGYCI	0.0959 ***	0.0955 ***	-0.1730 ***	-0.0346 -	N.S.	-0.0276 -	N.S.	-0.0135 -
LOGAREAI	-0.1710 ***	-0.1714 ***	N.S.	-0.1841 ***	-0.1839 ***	-0.1935 ***	-0.1823 ***	-0.1867 ***
LOGRERIINDEX	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
LOGYE	1.1462 ***	1.1707 ***	1.1863 ***	1.1920 ***	1.1939 ***	1.1939 ***	1.2250 ***	1.2251 ***
LOGYCE	0.2858 ***	0.2570 ***	0.2392 ***	0.2225 ***	0.2255 ***	0.2260 ***	0.1771 ***	0.1772 ***
LOGAREAE	N.S.	-0.0266 -	-0.0333 *	-0.0368 *	-0.0440 **	-0.0439 **	-0.0682 ***	-0.0682 ***
LOGREREINDEX	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
LOGRDIST	0.9815 ***	0.9786 ***	1.2631 ***	1.2428 ***	1.3253 ***	1.3017 ***	1.4309 ***	1.4139 ***
LOGDISTCEPII	-1.0357 ***	-1.0326 ***	-1.0310 ***	-1.0150 ***	-0.9959 ***	-0.9962 ***	-1.0099 ***	-1.0101 ***
DISLI	-0.3699 ***	-0.3707 ***	-0.3966 ***	-0.3787 ***	-0.3731 ***	-0.3589 ***	-0.4219 ***	-0.4146 ***
DISLE	-0.2981 ***	-0.2914 ***	-0.3538 ***	-0.3376 ***	-0.3533 ***	-0.3549 ***	-0.2833 ***	-0.2841 ***
DENG	0.6104 ***	0.6180 ***	0.6868 ***	0.7019 ***	0.5035 ***	0.5077 ***	0.4803 ***	0.4842 ***
DSPA	1.0292 ***	1.0402 ***	0.9769 ***	1.0022 ***	1.0738 ***	1.0777 ***	1.0951 ***	1.0975 ***
DARAB	0.8003 *	0.8133 **	1.2500 ***	0.9462 **	1.1351 ***	1.1282 ***	1.0090 **	1.0058 **
DCOLONY	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
ANDEAN	1.4363 ***	1.4695 ***	1.0903 ***	1.1088 ***	1.0987 ***	1.0963 ***	0.9046 ***	0.9048 ***
ANDEANE	-0.3758 ***	-0.3394 ***	-0.3334 ***	-0.3246 ***	-0.4407 ***	-0.4423 ***	-0.3683 ***	-0.3690 ***
ANDEANI	-0.2518 **	-0.2522 **	-0.4628 ***	-0.4608 ***	-0.4197 ***	-0.4172 ***	N.S.	-0.4343 ***
ASEAN	2.4738 ***	2.4526 ***	2.3536 ***	2.3567 ***	2.1934 ***	2.1721 ***	-0.4374 ***	1.9389 ***
ASEANE	1.4810 ***	1.4532 ***	1.4640 ***	1.4606 ***	1.4102 ***	1.4100 ***	1.9462 ***	1.2621 ***
ASEANI	0.5460 ***	0.5460 ***	0.3779 ***	0.3526 ***	0.3787 ***	0.3587 ***	1.2615 ***	N.S.
CACM	2.3582 ***	2.3559 ***	2.3254 ***	2.3423 ***	1.7045 ***	1.6836 ***	2.4340 ***	2.4249 ***
CACME	-0.7062 ***	-0.7100 ***	-0.3555 ***	-0.3520 ***	-0.4762 ***	-0.4774 ***	-0.3951 ***	-0.3956 ***
CACMI	0.3088 ***	0.3064 **	0.3029 **	0.2859 **	0.3112 ***	0.2949 **	0.4052 ***	0.3991 ***
EC	-1.3240 ***	-1.3196 ***	-0.9973 ***	-0.9146 ***	-0.8683 ***	-0.8633 ***	-0.8910 ***	-0.8889 ***
ECE	-0.9739 ***	-0.9737 ***	-0.9180 ***	-0.8814 ***	-0.8848 ***	-0.8868 ***	-0.8947 ***	-0.8956 ***
ECI	N.S.	N.S.	0.3024 ***	0.3282 ***	0.3252 ***	0.3324 ***	0.3248 ***	0.3280 ***
EFTA	-1.0419 ***	-0.9995 ***	-0.5900 *	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
EFTAE	-0.6252 ***	-0.5865 ***	-0.5286 ***	-0.4803 ***	-0.4999 ***	-0.5051 ***	-0.4241 ***	-0.4264 ***
EFTAI	-0.4082 ***	-0.4074 ***	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
GULF	N.S.	N.S.	-1.9013 *	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
GULFE	-1.8355 ***	-1.8054 ***	-2.1923 ***	-2.1375 ***	-2.1559 ***	-2.1576 ***	-2.1086 ***	-2.1095 ***
GULFI	-0.3551 **	-0.3536 **	-0.6654 ***	-0.6049 ***	-0.6014 ***	-0.5708 ***	-0.5066 ***	-0.4923 ***
LAIA	0.6911 ***	0.6820 ***	0.7757 ***	0.7726 ***	0.8294 ***	0.8268 ***	0.6131 ***	0.6115 ***
LAIAI	-0.6887 ***	-0.6848 ***	-0.8443 ***	-0.8858 ***	-0.9389 ***	-0.9686 ***	-0.8073 ***	-0.8198 ***
MERC	1.7088 ***	1.7604 ***	1.4641 ***	1.5209 ***	1.3156 ***	1.3272 ***	1.1423 ***	1.1515 ***
MERCE	0.7324 ***	0.7797 ***	0.5845 ***	0.5955 ***	0.5071 ***	0.5059 ***	0.4479 ***	0.4472 ***
MERCI	-0.3728 ***	-0.3726 ***	-0.6193 ***	-0.6057 ***	-0.6147 ***	-0.5997 ***	-0.6223 ***	-0.6111 ***
NAFTAE	-1.4129 ***	-1.3539 ***	-1.3455 ***	-1.3129 ***	-1.2497 ***	-1.2525 ***	-1.0603 ***	-1.0617 ***
NAFTAI	0.5998 ***	0.5970 ***	0.8788 ***	0.9288 ***	0.8849 ***	0.9197 ***	0.7395 ***	0.7555 ***
C	-40.3728 ***	-40.4340 ***	-42.7973 ***	-42.7471 ***	-44.3067 ***	-44.0998 ***	-45.4456 ***	-45.2652 ***
Nº Observações	3134	3134	3145	3145	3145	3145	3148	3148
R2	0.8090	0.8091	0.8013	0.8010	0.8003	0.8003	0.8012	0.8012

N.S. – coeficiente não significativo

\*\*\* - significância estatística a 99%;

\*\* - significância estatística a 95%;

\* - significância estatística a 90%.

**Tabela 4.12 – Resultados das Estimações – MQO 1 e 2, Tobit 1 e 2 – para os dados agrupados**

VARIÁVEL	Dados Agrupados			
	MQO 1	MQO 2	Tobit 1	Tobit 2
LOGYI	1.2645 ***	1.2788 ***	1.0825 ***	1.0729 ***
LOGYCI	N.S.	-0.0285 -	N.S.	0.0222 -
LOGAREAI	-0.2025 ***	-0.2123 ***	-0.1659 ***	-0.1581 ***
LOGRERIINDEX	N.S.	0.0727 -	0.2874 ***	0.3088 ***
LOGYE	1.2184 ***	1.2204 ***	1.1107 ***	1.1102 ***
LOGYCE	0.3174 ***	0.3182 ***	0.2795 ***	0.2795 ***
LOGAREAE	0.0885 ***	0.0877 ***	0.0177 **	0.0177 **
LOGREREINDEX	0.9554 ***	0.9386 ***	0.8703 ***	0.8731 ***
LOGRDIST	1.9530 ***	1.9740 ***	1.3893 ***	1.3639 ***
LOGDISTCEPII	-1.1687 ***	-1.1721 ***	-1.0623 ***	-1.0627 ***
DISLI	N.S.	N.S.	-0.2541 ***	-0.2635 ***
DISLE	-0.1765 ***	-0.1793 ***	-0.2335 ***	-0.2325 ***
DENG	0.5309 ***	0.5442 ***	0.5455 ***	0.5391 ***
DSPA	1.4602 ***	1.4609 ***	0.8568 ***	0.8513 ***
DARAB	1.7835 ***	1.7750 ***	0.9717 ***	0.9676 ***
DCOLONY	N.S.	N.S.	0.1845 ***	0.1883 ***
ANDEAN	1.3991 ***	1.3978 ***	1.1838 ***	1.1829 ***
ANDEANE	-0.3745 ***	-0.3727 ***	-0.4747 ***	-0.4742 ***
ANDEANI	N.S.	N.S.	-0.3601 ***	-0.3646 ***
ASEAN	1.9698 ***	1.9400 ***	2.1809 ***	2.1995 ***
ASEANE	1.9914 ***	1.9917 ***	1.4110 ***	1.4108 ***
ASEANI	0.3584 ***	0.3353 ***	0.3854 ***	0.4045 ***
CACM	2.7909 ***	2.7782 ***	2.1736 ***	2.1806 ***
CACME	-0.6014 ***	-0.5989 ***	-0.5997 ***	-0.5994 ***
CACMI	0.2373 ***	0.2321 ***	0.1500 ***	0.1548 ***
EC	N.S.	N.S.	-0.5154 ***	-0.5439 ***
ECE	-0.2834 ***	-0.2940 ***	-0.6253 ***	-0.6242 ***
ECI	1.1064 ***	1.1464 ***	0.5614 ***	0.5321 ***
EFTA	N.S.	N.S.	-0.2876 **	-0.3366 ***
EFTAE	N.S.	N.S.	-0.4244 ***	-0.4238 ***
EFTAI	0.8335 ***	0.8956 ***	0.1410 ***	0.0918 *
GULF	-9.7842 ***	-9.7503 ***	-1.1635 ***	-1.1935 ***
GULFE	-4.6913 ***	-4.6922 ***	-1.9888 ***	-1.9888 ***
GULFI	-1.3756 ***	-1.3425 ***	-0.4783 ***	-0.5109 ***
LAIA	0.5992 ***	0.5979 ***	0.7706 ***	0.7732 ***
LAI	-1.2121 ***	-1.2577 ***	-1.0868 ***	-1.0495 ***
MERC	1.1493 ***	1.1333 ***	0.8438 ***	0.8314 ***
MERCE	0.2726 ***	0.2797 ***	N.S.	N.S.
MERCI	-0.5099 ***	-0.5247 ***	-0.6866 ***	-0.6993 ***
NAFTAE	-1.3123 ***	-1.3201 ***	-1.2504 ***	-1.2482 ***
NAFTAI	1.5303 ***	1.5822 ***	1.1098 ***	1.0573 ***
C	-58.7066 ***	-59.1729 ***	-46.7208 ***	-46.6217 ***
Nº Observações	25536	25536	25086	25086
R2	0.5878	0.5878	0.7980	0.7980

N.S. – coeficiente não significativo  
 \*\*\* - significância estatística a 99%;  
 \*\* - significância estatística a 95%;  
 \* - significância estatística a 90%.

Além do  $R^2$  e do  $R^2$  ajustado – coeficientes de determinação global das equações – também o critério de informação de Akaike foi gerado em cada regressão, para balizar a robustez dos resultados.

Em relação à checagem para a heteroscedasticidade, estudos empíricos com o uso do modelo gravitacional em estimações *cross-section* costumam apresentar heteroscedasticidade, dado que este é um comportamento familiar nas relações estatísticas dos fenômenos de natureza econômica [ver SOARES e CASTELAR (2003)]. No entanto, o método de White, que tem como hipótese nula a homoscedasticidade, permite que a distribuição linear das variâncias seja corrigida na própria estimação, sem que se façam suposições sobre a natureza das eventuais heteroscedasticidades. O método de White foi empregado em todas as estimações deste estudo.

#### 4.3.4 Previsão do comércio entre os BRICs

As duas equações finais selecionadas para as estimações pretendidas foram as seguintes:

Equação Tobit 1 2006:

$$\begin{aligned} \ln M_{ij} = & - 44,3066 + 1,1554 \ln Y_i - 0,1839 \ln \text{AREA}_i + 1,1938 \ln Y_e \\ & + 0,2255 \ln Y_e/N_e - 0,0439 \ln \text{AREA}_e + 1,3252 \ln \text{RDIST}_i \\ & - 0,9959 \ln \text{RDIST}_i - 0,3731 I_i - 0,3533 I_e + 0,5035 L_{\text{eng}} \\ & + 1,0738 L_{\text{spa}} + 1,1350 L_{\text{arab}} + 0,5071 \text{APC}_{\text{merce}} - 0,6147 \text{APC}_{\text{merci}} \end{aligned} \quad (4.3)$$

Equação Tobit 1 2007:

$$\begin{aligned} \ln M_{ij} = & - 45,4456 + 1,1553 \ln Y_i - 0,1822 \ln \text{AREA}_i + 1,2250 \ln Y_e \\ & + 0,1770 \ln Y_e/N_e - 0,0682 \ln \text{AREA}_e + 1,4309 \ln \text{RDIST}_i \\ & - 1,0098 \ln \text{RDIST}_i - 0,4219 I_i - 0,2833 I_e + 0,4803 L_{\text{eng}} \\ & + 1,0950 L_{\text{spa}} + 1,0089 L_{\text{arab}} + 0,4479 \text{APC}_{\text{merce}} - 0,6222 \text{APC}_{\text{merci}} \end{aligned} \quad (4.4)$$

Nestas equações, estão citados apenas os coeficientes de APC relativos ao Mercosul ( $\text{Merc}_e$  e  $\text{Merc}_i$ ) já que esta foi a única *dummy* de APC com parâmetros positivos nos pares de países formados pelos BRICs (o Brasil é membro do Mercosul e todos os demais BRICs não integram qualquer APC). Todos os demais coeficientes

são aqueles que apresentaram significância estatística acima de 90% nas estimações, e atendem à especificação geral do modelo gravitacional. Como ambas equações correspondem a períodos anuais, os dados de taxa de câmbio não foram utilizados nas estimações, nem para o importador, nem para o exportador.

Foram combinados com estes coeficientes os valores das estimativas realizadas pela Goldman Sachs (2001) a respeito do tamanho dos PIBs e de suas rendas per capita para os anos de 2010, 2020 e 2030, gerando assim as seguintes estimativas de fluxos de comércio bilateral entre os BRICs nestes três períodos:

**Tabela 4.13 – Estimativas para o volume de comércio entre os BRICs – valores em US\$ mil**

	2010		2020		2030	
	Previsão 1	Previsão 2	Previsão 1	Previsão 2	Previsão 1	Previsão 2
<b>Comércio BRICs</b>	172,689,508	212,366,030	1,434,525,108	1,763,961,372	8,882,252,151	10,921,884,174
<b>Brasil x China</b>	7,150,249	8,414,574	50,068,088	59,773,279	246,645,723	297,777,999
<b>Brasil x Índia</b>	1,524,312	1,715,714	8,257,087	9,363,710	49,348,690	56,476,480
<b>Brasil x Rússia</b>	2,749,624	3,568,354	11,643,377	15,313,009	44,342,534	59,021,280
<b>China x Brasil</b>	13,961,304	19,139,805	86,033,308	118,510,683	403,496,128	559,542,204
<b>China x Índia</b>	29,936,172	33,866,299	290,423,805	331,039,211	2,129,343,657	2,449,474,608
<b>China x Rússia</b>	28,689,721	37,750,182	217,577,958	290,148,614	1,016,532,407	1,371,963,145
<b>Índia x Brasil</b>	4,893,767	6,662,569	24,694,409	33,780,613	137,734,904	189,680,717
<b>Índia x China</b>	49,222,183	57,817,461	505,473,462	602,349,509	3,632,857,429	4,378,126,030
<b>Índia x Rússia</b>	11,014,285	14,374,394	68,400,541	90,468,376	380,048,033	508,743,707
<b>Rússia x Brasil</b>	3,101,882	4,344,375	12,424,955	17,484,658	46,555,345	65,951,472
<b>Rússia x China</b>	16,575,757	20,205,662	135,121,717	167,096,243	652,385,779	815,864,568
<b>Rússia x Índia</b>	3,870,247	4,506,634	24,406,395	28,633,462	142,961,517	169,261,958

Fonte: estimações do estudo.

A previsão 1 corresponde aos cálculos a partir da equação Tobit 1 2006; a previsão 2 corresponde aos cálculos a partir da equação Tobit 1 2007.

A tabela 4.13 apresenta as previsões de comércio bilateral (importação) para os BRICS agrupados, na primeira linha, e na seqüência para todos os pares de países formados pelos 4 países do estudo. De acordo com as estas estimativas, o volume transacionado entre os BRICs crescerá substancialmente, superando até o robusto

crescimento de seus PIBs. A velocidade do crescimento do comércio ‘intra-BRICs’ superará a do crescimento dos PIBs, em um fenômeno coerente com o que tem se visto na economia mundial nos últimas décadas – a internacionalização das economias, a melhor alocação dos recursos e a abertura econômica gradativa das nações mais protecionistas. Segundo as previsões, já em 2010 o volume transacionado entre os BRICs poderá alcançar os US\$ 212 bilhões na previsão mais otimista. Este montante representaria um crescimento de quase 67% em três anos, se comparado com os dados reais de 2007 (US\$ 127 bilhões negociados entre os BRICs). Apenas para atestar a factibilidade destes números, de 2000 a 2007 o fluxo de comércio intra-BRICs cresceu 750%, saltando de US\$ 14,9 bilhões para os já mencionados US\$ 127 bilhões [United Nations (2009)].

Para 2020, as trocas poderão alcançar de US\$ 1,434 a US\$ 1,763 trilhão, provavelmente colocando os BRICs no topo das listas de exportadores e importadores do planeta. E finalmente em 2030, o fluxo de comércio intra-BRICs poderia alcançar de US\$ 8,882 a US\$ 10,921 trilhões. Neste ritmo, a participação do comércio internacional intra-BRICs em relação às economias destes países crescerá significativamente, como mostra a tabela 4.14, tornando Brasil, Rússia, Índia e China muito mais dependentes economicamente uns dos outros. Num período de 20 anos, de 2010 a 2030, a participação do comércio intra-BRICs sobre o PIB total destes 4 países saltaria de 2,31% para mais de 33%.

**Tabela 4.14 – Representatividade do volume de comércio estimado entre os BRICs – valores em US\$ bilhões**

	PIB Projetado dos BRICs - Goldman Sachs					Comércio Projetado entre os BRICs	
	Brazil	China	Índia	Rússia	PIB TOTAL BRICs	Comércio BRICs	% Comércio / PIB
<b>2010</b>	668	2,998	929	847	7,452	172	<b>2.31%</b>
<b>2020</b>	1,333	7,070	2,104	1,741	14,268	1,434	<b>10.05%</b>
<b>2030</b>	2,189	14,312	4,935	2,980	26,446	8,882	<b>33.59%</b>

Fonte: Goldman Sachs (2001) e estimativas deste estudo.

No que tange aos fluxos bilaterais, como poderia se esperar, as transações entre China e Índia, nos dois sentidos (importações e exportações) tendem a ser ao longo do tempo os maiores fluxos de comércio do planeta, refletindo o imenso tamanho de suas economias e suas abundantes dotações de recursos. A previsão mostra que em 2030 a China poderia exportar para a Índia US\$ 4,378 trilhões, o que equivale aproximadamente ao PIB inteiro deste país nos dias de hoje.

Analisando cada uma das previsões, é possível perceber algumas distorções maiores das estimações que, baseadas no modelo, não deverão se concretizar no curto prazo. São os casos dos fluxos bilaterais entre 'Brasil e China', 'Brasil e Índia', 'China e Brasil' e 'Rússia e China', que apresentaram para 2010 estimações menores do que o comércio efetivo de 2009. O fato de o Brasil ter obtido números na maioria dos casos subestimados em relação ao seu comércio factual mostra que, comparativamente aos demais BRICs, o país já possui um maior grau de abertura, ou no mínimo utiliza melhor seu potencial natural (de produção para exportar ou de consumo para importar) para fazer negócios com as demais economias emergentes.

Alguns casos também parecem estar superestimados no curto prazo, como os fluxos entre 'China e Índia', 'Índia e Rússia' e 'Rússia e Índia' (ver tabela 4.15). Estes resultados não surpreendem, pelo conhecimento que se tem do estágio ainda incipiente de inserção da Índia no comércio mundial. No entanto, a estabilidade do modelo baseado em parâmetros de longo prazo permite supor que o comércio entre os BRICs possa se ajustar ao longo do tempo, convergindo para o volume que cada par de países naturalmente comercializaria entre si, baseado nas suas propriedades econômicas, geográficas, demográficas e culturais.

A tabela 4.15 compara as previsões realizadas com o dado efetivo e real de importações entre os pares de países do BRIC no ano de 2009 (último ano com dados disponíveis). Embora existam distorções maiores quando analisados os fluxos de comércio individualmente, os montantes acumulados mostram que, no apanhado geral, as previsões feitas para o grupo de países é bastante próxima do que efetivamente aconteceu. As equações previram um volume de comércio intra-BRIC's entre US\$ 172 e US\$ 212 bilhões de dólares para 2010, enquanto o desempenho real em 2009 foi de US\$ 147 bilhões. Aplicando uma taxa média de crescimento de 10% no volume anual de importações entre estes países, teríamos um prognóstico para 2010 de aproximadamente US\$ 162 bilhões, o que aproxima ainda mais a estimativa da realidade.



**Tabela 4.15 – Importações efetivas ‘intra-BRICs’ 2009 versus estimativas para 2010 – valores em US\$**

	<b>Importações 2009</b>	<b>Previsão 1</b>	<b>Previsão 2</b>
<b>Brasil x China</b>	15,911,144,513	7,150,249,218	8,414,574,765
<b>Brasil x Índia</b>	2,190,898,627	1,524,312,256	1,715,714,959
<b>Brasil x Rússia</b>	1,412,107,608	2,749,624,623	3,568,354,205
<b>China x Brasil</b>	28,280,982,512	13,961,304,557	19,139,805,776
<b>China x Índia</b>	13,714,288,921	29,936,172,111	33,866,299,213
<b>China x Rússia</b>	21,282,952,148	28,689,721,049	37,750,182,840
<b>Índia x Brasil</b>	2,897,270,990	4,893,767,954	6,662,569,719
<b>Índia x China</b>	30,613,370,690	49,222,183,633	57,817,461,125
<b>Índia x Rússia</b>	3,437,687,124	11,014,285,168	14,374,394,847
<b>Rússia x Brasil</b>	3,505,384,292	3,101,882,159	4,344,375,475
<b>Rússia x China</b>	22,859,820,130	16,575,757,725	20,205,662,886
<b>Rússia x Índia</b>	1,524,454,878	3,870,247,796	4,506,634,507
<b>TOTAIS</b>	<b>147,630,362,433</b>	<b>172,689,508,249</b>	<b>212,366,030,317</b>

Fonte: UN Comtrade (2010) e estimações deste estudo.

Um aspecto adicional que pode demonstrar a assertividade da previsão é que, em 2009, o volume de comércio no mundo foi bastante recessivo, como reflexo da crise financeira da segunda metade de 2008. O volume total de importações intra-BRIC's em 2008 havia sido de US\$ 179.2 bilhões. Portanto, se não tivesse acontecido a retração do comércio mundial em 2009, é possível que o intervalo de previsão apresentado pelas equações coincidissem com os volumes reais acontecidos em 2010, e que a aparente super-estimação sistemática do modelo ficasse amenizada ou neutralizada.

**Tabela 4.16 – Importações efetivas ‘intra-BRICs’ 2008 versus estimativas para 2010 – valores em US\$**

	<b>Importações 2008</b>	<b>Previsão 1</b>	<b>Previsão 2</b>
<b>Brasil x China</b>	20,040,022,019	7,150,249,218	8,414,574,765
<b>Brasil x Índia</b>	3,563,603,244	1,524,312,256	1,715,714,959
<b>Brasil x Rússia</b>	3,331,870,700	2,749,624,623	3,568,354,205
<b>China x Brasil</b>	29,863,442,834	13,961,304,557	19,139,805,776
<b>China x Índia</b>	20,258,886,598	29,936,172,111	33,866,299,213
<b>China x Rússia</b>	23,832,761,000	28,689,721,049	37,750,182,840
<b>Índia x Brasil</b>	1,159,829,156	4,893,767,954	6,662,569,719
<b>Índia x China</b>	31,583,024,768	49,222,183,633	57,817,461,125
<b>Índia x Rússia</b>	4,451,326,288	11,014,285,168	14,374,394,847
<b>Rússia x Brasil</b>	4,670,669,400	3,101,882,159	4,344,375,475
<b>Rússia x China</b>	34,768,715,432	16,575,757,725	20,205,662,886
<b>Rússia x Índia</b>	1,714,050,831	3,870,247,796	4,506,634,507
<b>TOTAIS</b>	<b>179,238,202,270</b>	<b>172,689,508,249</b>	<b>212,366,030,317</b>

Fonte: UN Comtrade (2010) e estimações deste estudo.

Para efeito de outras comparações, poucos estudos oferecem resultados similares, que permitam auferir a assertividade da metodologia aqui aplicada. Na pesquisa realizada para a elaboração destas previsões, nenhum trabalho que tivesse o propósito de estimar dados de comércio relativos aos BRICs foi encontrado. Os trabalhos de Hamilton e Winters (1992) e Wang e Winters (1992) são aqueles que mais se assemelham com a aplicação aqui realizada. Ambos tiveram como propósito comparar o comércio efetivo com o comércio potencial dos países do Leste Europeu, que vinham de uma recente abertura política e comercial deflagrada com a queda do mundo comunista, e eram nitidamente o centro das atenções ao longo dos anos 1990, pela dúvida que se tinha sobre o quanto sua abertura agregaria ao comércio mundial à medida que estes países fossem se integrando ao chamado mundo ocidental.

Os estudos de Hamilton e Winters (1992) e Wang e Winters (1992) realizaram esta comparação para o ano de 1985. Num procedimento igual ao que foi realizado no presente trabalho, uma equação “normal” foi estimada para captar o padrão geral de comércio daquele momento, baseado numa amostra adequada de países. Vinculando os coeficientes da equação aos dados reais daquele ano, encontraram que na maioria dos casos o comércio internacional dos países do Leste Europeu estava muito aquém de seu potencial. No caso das importações, encontraram fluxos de comércio potenciais que chegavam a ser doze vezes maiores do que o efetivo. Estas diferenças dão idéia da magnitude de variação que alguns resultados com a aplicação deste modelo podem apresentar, e que ajudam a aceitar a previsão aqui realizada, de que o comércio ‘intra-BRICs’ poderá crescer 10 vezes até o ano de 2020 (em relação à estimação para 2010), e aproximadamente 50 vezes até o ano de 2030 (também em relação a 2010).

## 5. CONCLUSÃO

O propósito principal desta dissertação foi a construção de estimações acuradas sobre os fluxos de comércio entre os BRICs em períodos futuros, utilizando as previsões da Goldman Sachs sobre os PIBs e as rendas per capita destas economias, e aplicando como modelo de *forecasting* a equação gravitacional de comércio. Esta modelagem permite encontrar parâmetros para, a partir deles, estimar fluxos de comércio futuro entre os países que são alvo do estudo – Brasil, Rússia, Índia e China.

A pesquisa apresentou primeiramente as principais conclusões dos estudos da Goldman Sachs (2001), para o completo entendimento de sua metodologia, aplicações, hipóteses e os principais resultados obtidos. A surpresa a respeito do tamanho dos BRICs no futuro diminuiu à medida que foram sendo conhecidos os fundamentos que geraram tais estimações. Na prática, o que os acontecimentos têm mostrado é que duvidar da capacidade de crescimento econômico dos BRICs seria um contrasenso.

Uma análise das principais características destes países em relação ao seu crescimento e seu setor externo também foi realizada. Os dados apresentados atestaram que o peso dos BRICs na economia mundial já se aproximou de 15% do PIB do planeta em 2007. A previsão da Goldman Sachs (2001) é que os BRICs poderiam ultrapassar o Produto Bruto dos países do G6 antes de 2050, e num cenário realista, isto poderia acontecer já no ano de 2040. Naquele ano, as economias do BRIC somariam um PIB conjunto de US\$ 47,013 trilhões, diante de US\$ 44,072 estimados para o G6.

Para viabilizar a construção das previsões desejadas, uma equação gravitacional foi empregada, assim como fizeram outros estudos com objetivos similares. Em uma ampla resenha sobre o modelo gravitacional de comércio, ficou claro o aprimoramento a que este modelo foi submetido ao longo do tempo, para poder prever fluxos de comércio com uma robustez estatística bastante considerável. Este aprimoramento permitiu a aplicação do modelo gravitacional como ferramenta de *forecasting*, representando uma fronteira de utilização bastante interessante para o instrumento.

Na abordagem empírica foram estimadas equações com a aplicação de dois métodos – MQO e Tobit – sobre dados de oitos anos e do período 2000-2008 agrupado. Com alguns arranjos definidos, produziu-se uma coleção de 32 diferentes equações, como possibilidades de “descrição” do melhor padrão para o comércio internacional no mundo no período analisado. O que se buscava era um conjunto de coeficientes “ótimos”, para aplicá-los às estimações da Goldman Sachs (2001) sobre o PIB e a renda per capita dos BRICs no futuro e obter, assim, os valores para os fluxos de comércio entre estas economias em cenários de curto (2010), médio (2020) e longo prazo (2030).

Algumas equações, em especial as equações *cross-section* Tobit 1 para os anos de 2006 e 2007, apresentaram uma aderência bastante elevada em relação aos resultados reais do comércio dos BRICs naqueles anos, além de terem sustentado uma performance estatística satisfatória. Esta, aliás, foi uma solução interessante do estudo – avaliar as estimações não somente pelos critérios técnicos – econométricos e estatísticos – mas também criar uma forma de selecionar qualitativamente as mesmas, aplicando os resultados aos dados reais de comércio do período 2000-2007 e identificando as melhores equações, ou seja, as combinações de coeficientes que geravam um resultado estimado mais parecido com o comércio efetivo daquele mesmo ano para determinado par de países.

A partir destes procedimentos, os coeficientes das duas melhores regressões – Tobit 1 2006 e Tobit 1 2007 – foram escolhidos para a realização das estimações. Estes coeficientes, em sua grande maioria, apresentaram sinais e valores de acordo com o esperado pela teoria econômica que está nas bases do funcionamento empírico da equação gravitacional. Aplicados a uma coleção de novos parâmetros, entre os quais as estimações de PIB e renda per capita feitas pela Goldman Sachs, geraram as previsões de fluxos de importação entre os BRICs para os períodos de 2010, 2020 e 2030. Fez-se a opção por dois grupos de coeficientes, visando criar resultados com intervalos de confiança e aumentar as possibilidades de acerto das previsões.

Os números das estimações foram significativos. As previsões mostraram que o volume total de comércio “intra-BRICs” em 2010 poderá variar entre US\$ 172 e US\$ 210 bilhões de dólares. Estes números parecem bastante plausíveis se considerarmos que no último ano com dados reais disponíveis – 2009 – os BRICs comercializaram

entre si US\$ 147 bilhões. Para 2020, ano em que os PIBs dos quatro países somados deverá alcançar US\$ 14,2 trilhões, o comércio intra-BRICs deverá variar entre US\$ 1,43 e 1,76 trilhão. E finalmente, em 2030, o comércio entre os BRICs poderá alcançar de US\$ 8,8 a US\$ 10,9 trilhões, representando até um terço dos PIBs destas economias, refletindo um impressionante aumento de seus graus de abertura.

Do ponto de vista do crescimento dos fluxos bilaterais, a previsão mostra que o comércio intra-BRICs poderá crescer 10 vezes no período 2010 – 2020 (de US\$ 172 bilhões na Previsão 1 de 2010 para US\$ 1,76 trilhão na Previsão 2 de 2020), e aproximadamente 50 vezes no período 2010 – 2030 (de US\$ 212 bilhões na Previsão 2 de 2010 para US\$ 10,9 trilhões na Previsão 2 de 2030).

O fato de as melhores equações deste estudo terem estimado volumes de comércio para os BRICs muito parecidos com os que estes países atualmente já realizam, revela duas conclusões importantes. Primeiro, que os fluxos de comércio e todas as demais características destes países já tenham provavelmente influenciado de forma intensa o padrão 'normal' para o comércio mundial. Segundo que, se admitida a equação gravitacional como medidora do potencial normal de comércio dos países [aplicação feita por WANG e WINTERS (1992), HAMILTON e WINTERS (1992) e outros], uma ideia de que os BRICs já estejam num nível satisfatório de volume de comércio entre si.

A reboque de sua crescente importância econômica, vem a representatividade política e social dos BRICs, o que traz estes países ao centro das atenções da comunidade acadêmica. Este interesse suscita evidentemente toda uma discussão, em especial a respeito da sustentabilidade do ritmo de crescimento dos BRICs. Trata-se de um crescimento sustentável? A infra-estrutura destes países limitará seu crescimento?

O grande desafio dos BRICs, quando vistos como um grupo de países, é a diferença de interesses, de culturas, de regimes e de prática política. Ainda há certa falta de liberdade e algumas agressões aos direitos individuais no regime chinês, a potência de maior peso no grupo. O mesmo ocorre com a Rússia, que não conseguiu encontrar uma rota verdadeiramente democrática nem mesmo depois da queda dos regimes ditatoriais que a governaram durante quase todo o século XX. O imenso peso demográfico da Índia, a existência de centenas de milhões de miseráveis entre sua

população e hábitos culturais únicos são fatores que tornam complexa a relação com este país.

A própria relação entre estes países tem impasses. Embora os números de médio e longo prazo destas estimações tenham mostrado que a conexão entre os BRICs aumentará significativamente, há fatos que podem limitar este crescimento. Rússia e China vivem secularmente sob tensões fronteiriças, o mesmo ocorrendo entre a China e a Índia. O Brasil, geograficamente distante dos outros três, tem mesmo assim interesses que frequentemente conflitam com os dos demais. Agora mesmo, dada a política cambial praticada pela China, a depreciação artificial de sua moeda gera prejuízos ao Brasil. A manipulação do câmbio praticada por Beijing significa a perda de empregos industriais em nosso país, afetando as relações comerciais.

De qualquer forma, os resultados deste estudo apontam que o volume de comércio intra-BRICs crescerá mais intensamente do que o próprio PIB destes países, num processo de internacionalização e interdependência sem precedentes, o que poderá, inclusive, estimular relações mais articuladas entre estas economias para garantir a sustentabilidade de seu intercâmbio comercial. Portanto, apesar de prováveis desentendimentos comerciais ao longo das próximas décadas e de interesses, por vezes, conflitantes em muitos aspectos econômicos, as suas características econômicas, geográficas e culturais, captadas pelo modelo gravitacional, sugerem que o potencial de expansão comercial entre os BRICs é enorme e somente um colapso em suas relações diplomáticas ou o advento de uma crise internacional de proporções gigantescas poderia arrefecer o dinamismo comercial entre eles.

## REFERÊNCIAS

ANDERSON, J.E. **A Theoretical Foundation for the Gravity Equation**. American Economic Review, Vol. 69, pp. 106-116, 1979.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Apresentação de citações de documentos – NBR-10520**. Rio de Janeiro: ABNT, 1990.

\_\_\_\_\_. **Referências bibliográficas – NBR-6023**. Rio de Janeiro: ABNT, 1990.

AZEVEDO, A. **O efeito do Mercosul sobre o Comércio: Uma análise com o Modelo Gravitacional**. Pesquisa e Planejamento Econômico, Vol. 34, n. 2. pp. 307-339, 2004.

BERGSTRAND, J.H. **The Gravity Equation in International Trade: Some Microeconomic Foundations and Empirical Evidence**. Review of Economics and Statistics, Vol. 67, pp. 474-481, 1985.

BERGSTRAND, J.H. **The generalized gravity equation, monopolistic competition and the factor-proportions theory in international trade**. The Review of Economics and Statistics. 74, pp. 153-173, 1990.

BLANCHARD, O. **Macroeconomia**. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CENTRE D'ÉTUDES PROSPECTIVES ET D'INFORMATIONS INTERNATIONALES (CEPII). Disponível em: <http://www.cepii.fr/> Último acesso em: 16 Jan. 2010.

DEARDOFF, A. **Testing trade theories and predicting trade flows**. Cap. 8 in Jones, R. & Kenen P. The handbook of International Economics. Vol. 1, Amsterdam: North-Holland, 1984.

EICHENGREEN, B.; RHEE, Y.; TONG, H. **The Impact of China on the Exports of other Asian Countries**. NBER Working Paper N. 10768. NBER, Cambridge: 2004.

EVENETT, Simon; KELLER, Wolfgang. **On Theories Explaining the Success of the Gravity Equation**. NBER Working Paper Nr. 6529. NBER, Cambridge: 1998.

FRANKEL, J. **Regional Trading Blocs in the World Economic System**. Washington, D.C.: Institute for International Economics, 1997.

FRANKEL, J.; WEI S. **Trade Blocs and Currency Blocs**. NBER Working Paper N. 4335. NBER, Cambridge: 1993.

GOLDMAN SACHS. **Building Better Global Economic BRICs**. Jim Oneill. Global Economics Paper, n. 69. pp. 01-23, 2001.

\_\_\_\_\_. **Dreaming with BRICs: the path to 2050**. Dominic Wilson & Roopa Purushothaman. Global Economics Paper, n. 99., 2003.

\_\_\_\_\_. **BRICs and Beyond**. GS Editing Co., 2007.

GREENE, M. et al. **China's Trade and Growth: Impact on Selected OECD Countries**. OECD Trade Policy Working Paper Nr. 44. OECD, Paris: 2006.

GROS, D.; GONCIARZ, A. **A Note on the Trade Potential of Central and Eastern Europe**. Centre for European Policy Studies, Frankfurt: 2003.

GUJARATI, D. **Econometria Básica**. São Paulo: Makron Books, 1999.

G-20 Website: **Members**. Disponível em: <http://www.g-20.mre.gov.br/members.asp>. Último acesso em: 11 Dec. 2009.

HAMILTON C.; WINTERS, L. A. **Opening up International Trade with Eastern Europe**. Economic Policy, 14, pp. 77-116, 1992.

HELPMAN E.; KRUGMAN, P. **Market Structure and Foreign Trade**. MIT Press, Cambridge, Massachussets, 1985.

INTERNATIONAL MONETARY FUND. **World Economic Outlook Databases**. Data and Statistics. New York. Disponível em: <http://www.imf.org/external/data.htm>. Último acesso em: 23 Ago. 2010.

ISARD, W. **Methods of Regional Analysis: an Introduction to Regional Science**. MIT Press, Cambridge, Massachussets, 1960.

ISARD, Peter. **How Far Can We Push the Law of One Price?** American Economic Review, Vol. 67, pp. 942-948, Dec 1977.

JORDÁN, J.; PARRÉ, J.L. **Dinâmica das Exportações da América Latina: Economias de Escala ou Dumping Recíproco?** Economia Aplicada, São Paulo, V. 10, n.4, pp. 589-607, 2006.

KRAVIS, I.; LIPSEY, R. **The Study of International Price Levels**. NBER US Trade Policy, 1984.

KRUGMAN, P.; OBSTFELD, M. **Economia Internacional: Teoria e Política**. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2005.

LEUSIN Jr, S.; AZEVEDO, A. **O efeito fronteira das Regiões Brasileiras: uma aplicação do modelo gravitacional**. Revista de Economia Contemporânea, Vol. 13, n.2, pp. 229-258, 2009.

LINNEMANN, H. **An Economic Study of International Trade Flows**. North-Holland Publishing Company, Amsterdam, 1966.

LUCENA AIUBE, F.A. **Econometria para Séries Financeiras**. PUC-RJ, Departamento de Engenharia Industrial, Rio de Janeiro: Ind-Puc-Rj, 2007.

MACHADO, A.; CORADO, C. **Modelos Gravitacionais: Falaciosos ou fundamentados?** Working Paper Nr. 284, Universidade Nova de Lisboa, pp. 01-27, 1995.



POYHONEN, P. **A tentative model for the volume of trade between countries.** Weltwirtschaftliches Archiv, Vol. 90, pp. 93-99, 1963.

PREWO, W. E. **Integration Effects in the EEC.** European Economic Review 5, pp. 379-405, 1974.

SOARES, I.; CASTELAR, I. **Econometria Aplicada com o uso do Eviews.** Fortaleza: UFC / CAEN, 2003.

SOLOAGA, I.; WINTERS, L.A. **Regionalism in the nineties: what effect on trade?** The North American Journal of Economics and Finance, v. 12, pp. 01-29, 2001.

TINBERGEN, Jan. **Shaping the World Economy: Suggestions for an International Economic Policy.** New York: The Twentieth Century Fund, 1962.

UN COMTRADE. **UN Commodity Trade Statistics Database.** Statistical Division of the United Nations. New York. Disponível em: <http://comtrade.un.org/> Último acesso em: 31 Ago. 2010.

VAN BERGEIJK, P.; OLDERSMA, H. **Detente, market oriented reform and German unification: potential consequences for the world trade system.** Kildos, 43, pp. 599-609, 1990.

WANG, Z.; WINTERS, L.A. **The Trading Potential of Eastern Europe.** CEPR Discussion Paper No. 610, CEPR, London, pp. 113-136, 1992.

## ANEXOS

**Anexo 1 – Participação absoluta e relativa dos BRICs no Comércio Mundial**  
**Dados em US\$ mil, valores correntes**

		<b>2000</b>	<b>2004</b>	<b>2007</b>
<b>CHINA</b>	Exportações	279,557,750	655,827,065	1,403,057,283
	Importações	250,685,384	606,543,530	1,064,357,563
	Comércio Total	530,243,134	1,262,370,595	2,467,414,846
	% Total Mundo	<b>3.31%</b>	<b>5.53%</b>	<b>7.23%</b>
<b>ÍNDIA</b>	Exportações	61,886,085	125,572,676	255,214,802
	Importações	66,202,130	138,127,494	295,332,043
	Comércio Total	128,088,215	263,700,170	550,546,845
	% Total Mundo	<b>0.80%</b>	<b>1.16%</b>	<b>1.61%</b>
<b>BRASIL</b>	Exportações	64,332,301	109,018,453	181,310,021
	Importações	75,702,552	83,286,171	158,676,874
	Comércio Total	140,034,853	192,304,624	339,986,895
	% Total Mundo	<b>0.88%</b>	<b>0.84%</b>	<b>1.00%</b>
<b>RÚSSIA</b>	Exportações	114,431,626	203,388,958	391,034,789
	Importações	62,419,364	130,974,433	281,894,528
	Comércio Total	176,850,990	334,363,391	672,929,317
	% Total Mundo	<b>1.11%</b>	<b>1.46%</b>	<b>1.97%</b>
<b>BRIC'S</b>	Exportações	520,207,762	1,093,807,152	2,230,616,895
	Importações	455,009,430	958,931,628	1,800,261,008
	Comércio Total	975,217,192	2,052,738,780	4,030,877,903
	% Total Mundo	<b>6.09%</b>	<b>8.99%</b>	<b>11.81%</b>
<b>MUNDO</b>	Exportações	8,015,461,370	11,450,369,592	17,282,178,993
	Importações	7,985,455,180	11,373,293,242	16,861,615,163
	Comércio Total	16,000,916,550	22,823,662,834	34,143,794,156
	% Total Mundo	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fonte: UN Comtrade, 2009.

**Anexo 2 – Estimativas da Goldman Sachs para os PIBs dos BRICs – até 2050 – valores correntes em US\$ bilhões**

	<b>BRICs</b>				
	<b>Brasil</b>	<b>China</b>	<b>Índia</b>	<b>Rússia</b>	<b>BRICs</b>
<b>2000</b>	762	1.078	469	391	2.700
<b>2010</b>	668	2.998	929	847	5.541
<b>2020</b>	1.333	7.070	2.104	1.741	12.248
<b>2030</b>	2,189	14.312	4.935	2.980	24.415
<b>2040</b>	3.740	26.439	12.367	4.467	47.013
<b>2050</b>	6.074	44.453	27.803	5.870	84.201

Fonte: Goldman Sachs (2001).

**Anexo 3 – Países quem compõem a amostra de dados deste estudo**

Alemanha	Dinamarca	Indonésia	Peru
Argentina	Egito	Irlanda	Portugal
Austrália	El Salvador	Israel	Reino Unido
Áustria	Equador	Itália	Rússia
Bangladesh	Espanha	Japão	Suécia
Bélgica	Estados Unidos	Kuwait	Suíça
Bolívia	Filipinas	Malásia	Tailândia
Brasil	Finlândia	México	Trinidad & Tobago
Canadá	França	Nicarágua	Tunísia
Chile	Grécia	Noruega	Turquia
China	Guatemala	Nova Zelândia	Uruguai
Cingapura	Holanda	Omã	Venezuela
Colômbia	Honduras	Panamá	
Coréia do Sul	Hong Kong	Paquistão	
Costa Rica	Índia	Paraguai	

### Anexo 4 – Resultados detalhados dos comparativos percentuais entre os valores reais e estimados para os fluxos de comércio entre os BRICs – equações *cross-section* \*

ANO 2000 - COMPARATIVOS REAL X ESTIMADO					ANO 2004 - COMPARATIVOS REAL X ESTIMADO				
	TOBIT 1	TOBIT 2	MQO 1	MQO 2		TOBIT 1	TOBIT 2	MQO 1	MQO 2
Brasil x China	54.69%	59.10%	10.09%	-	Brasil x China	138.77%	138.05%	239.25%	244.92%
Brasil x Índia	-0.82%	4.94%	-10.62%	-	Brasil x Índia	18.07%	14.67%	91.64%	103.30%
Brasil x Rússia	112.98%	103.41%	39.29%	-	Brasil x Rússia	-0.10%	7.41%	83.60%	65.92%
China x Brasil	123.78%	128.81%	75.54%	-	China x Brasil	118.70%	118.09%	62.04%	64.51%
China x Índia	-82.15%	-72.55%	-14.81%	-	China x Índia	25.58%	22.28%	33.10%	42.97%
China x Rússia	372.16%	350.44%	490.09%	-	China x Rússia	120.95%	137.69%	185.44%	161.91%
Índia x Brasil	-159.36%	-153.22%	-187.91%	-	Índia x Brasil	-131.68%	-132.21%	-199.27%	-192.54%
Índia x China	-146.23%	-139.54%	-73.09%	-	Índia x China	-35.25%	-35.24%	-39.52%	-34.50%
Índia x Rússia	-31.05%	-37.15%	8.06%	-	Índia x Rússia	-123.16%	-107.27%	-67.08%	-80.78%
Rússia x Brasil	127.36%	133.61%	176.58%	-	Rússia x Brasil	18.29%	18.14%	34.82%	33.52%
Rússia x China	11.95%	15.57%	136.10%	-	Rússia x China	54.15%	54.03%	136.85%	138.51%
Rússia x Índia	71.89%	82.52%	358.10%	-	Rússia x Índia	-57.30%	-61.56%	10.41%	15.96%
<b>Média das diferenças</b>	<b>37.93%</b>	<b>39.66%</b>	<b>83.95%</b>	<b>-</b>	<b>Média das diferenças</b>	<b>12.25%</b>	<b>14.51%</b>	<b>47.61%</b>	<b>46.98%</b>

ANO 2001 - COMPARATIVOS REAL X ESTIMADO					ANO 2005 - COMPARATIVOS REAL X ESTIMADO				
	TOBIT 1	TOBIT 2	MQO 1	MQO 2		TOBIT 1	TOBIT 2	MQO 1	MQO 2
Brasil x China	51.80%	-	2.29%	-	Brasil x China	200.55%	212.12%	235.78%	259.78%
Brasil x Índia	112.61%	-	72.44%	-	Brasil x Índia	116.64%	123.03%	166.22%	194.06%
Brasil x Rússia	8.83%	-	-2.99%	-	Brasil x Rússia	-33.88%	-24.67%	-13.62%	-16.21%
China x Brasil	141.25%	-	106.21%	-	China x Brasil	102.05%	103.74%	100.62%	104.73%
China x Índia	-85.33%	-	-54.80%	-	China x Índia	21.18%	22.43%	19.38%	25.30%
China x Rússia	230.55%	-	315.21%	-	China x Rússia	115.99%	125.35%	124.44%	108.96%
Índia x Brasil	-66.30%	-	-38.28%	-	Índia x Brasil	-167.67%	-171.22%	-141.68%	-146.50%
Índia x China	-179.18%	-	-99.50%	-	Índia x China	-15.00%	-15.29%	-15.11%	-17.68%
Índia x Rússia	-199.66%	-	-68.43%	-	Índia x Rússia	-92.32%	-88.07%	-68.22%	-88.12%
Rússia x Brasil	260.37%	-	252.79%	-	Rússia x Brasil	75.38%	88.16%	117.16%	148.03%
Rússia x China	26.63%	-	37.70%	-	Rússia x China	98.13%	112.70%	143.43%	177.99%
Rússia x Índia	28.51%	-	69.35%	-	Rússia x Índia	-59.87%	-50.00%	-19.93%	-1.90%
<b>Média das diferenças</b>	<b>27.51%</b>	<b>-</b>	<b>49.33%</b>	<b>-</b>	<b>Média das diferenças</b>	<b>30.10%</b>	<b>36.52%</b>	<b>54.04%</b>	<b>62.37%</b>

ANO 2002 - COMPARATIVOS REAL X ESTIMADO					ANO 2006 - COMPARATIVOS REAL X ESTIMADO				
	TOBIT 1	TOBIT 2	MQO 1	MQO 2		TOBIT 1	TOBIT 2	MQO 1	MQO 2
Brasil x China	66.85%	79.70%	106.99%	-	Brasil x China	190.80%	204.09%	173.68%	174.26%
Brasil x Índia	124.60%	150.29%	235.39%	-	Brasil x Índia	84.02%	92.52%	96.04%	100.02%
Brasil x Rússia	27.23%	25.42%	62.56%	-	Brasil x Rússia	-71.25%	-63.87%	-67.99%	-77.05%
China x Brasil	38.82%	48.93%	15.64%	-	China x Brasil	82.67%	85.52%	87.16%	88.76%
China x Índia	-54.25%	-38.90%	-18.18%	-	China x Índia	-7.00%	-4.37%	-14.51%	-11.33%
China x Rússia	246.55%	241.24%	326.44%	-	China x Rússia	47.81%	49.87%	43.78%	37.55%
Índia x Brasil	-224.62%	-203.05%	-200.47%	-	Índia x Brasil	-217.14%	-219.00%	-169.62%	-166.04%
Índia x China	-117.94%	-103.38%	-54.97%	-	Índia x China	4.02%	3.30%	-1.44%	0.06%
Índia x Rússia	-117.68%	-121.49%	-38.32%	-	Índia x Rússia	-203.58%	-205.86%	-175.16%	-186.25%
Rússia x Brasil	169.61%	188.94%	122.89%	-	Rússia x Brasil	52.86%	62.24%	94.96%	94.66%
Rússia x China	59.79%	71.72%	89.47%	-	Rússia x China	131.03%	144.97%	158.27%	158.34%
Rússia x Índia	14.43%	27.21%	37.91%	-	Rússia x Índia	-84.22%	-73.66%	-47.36%	-44.69%
<b>Média das diferenças</b>	<b>19.45%</b>	<b>30.55%</b>	<b>57.11%</b>	<b>-</b>	<b>Média das diferenças</b>	<b>0.84%</b>	<b>6.31%</b>	<b>14.82%</b>	<b>14.02%</b>

ANO 2003 - COMPARATIVOS REAL X ESTIMADO					ANO 2007 - COMPARATIVOS REAL X ESTIMADO				
	TOBIT 1	TOBIT 2	MQO 1	MQO 2		TOBIT 1	TOBIT 2	MQO 1	MQO 2
Brasil x China	93.65%	114.08%	94.21%	67.09%	Brasil x China	197.07%	194.37%	108.29%	86.21%
Brasil x Índia	46.65%	62.45%	64.40%	46.92%	Brasil x Índia	83.39%	81.76%	49.53%	32.43%
Brasil x Rússia	21.02%	33.03%	57.94%	18.54%	Brasil x Rússia	-37.66%	-38.96%	-108.50%	-127.33%
China x Brasil	120.04%	143.22%	73.38%	71.03%	China x Brasil	97.85%	93.75%	54.53%	47.44%
China x Índia	-4.57%	5.69%	-3.66%	1.11%	China x Índia	-12.94%	-15.42%	-24.59%	-24.11%
China x Rússia	201.03%	230.90%	287.80%	253.77%	China x Rússia	12.60%	10.15%	-6.39%	-8.02%
Índia x Brasil	-301.40%	-263.17%	-377.54%	-352.58%	Índia x Brasil	-337.32%	-351.64%	-399.86%	-406.38%
Índia x China	-74.44%	-57.83%	-80.81%	-67.53%	Índia x China	-0.09%	-3.46%	-14.64%	-13.85%
Índia x Rússia	-111.60%	-92.52%	-55.98%	-59.88%	Índia x Rússia	-195.42%	-205.40%	-221.83%	-217.84%
Rússia x Brasil	157.32%	184.41%	206.20%	158.28%	Rússia x Brasil	60.83%	60.63%	31.37%	17.30%
Rússia x China	95.63%	116.24%	192.47%	152.53%	Rússia x China	180.65%	180.09%	160.17%	132.27%
Rússia x Índia	5.19%	16.83%	74.00%	35.91%	Rússia x Índia	-102.22%	-102.60%	-91.09%	-116.04%
<b>Média das diferenças</b>	<b>20.71%</b>	<b>41.11%</b>	<b>44.37%</b>	<b>27.10%</b>	<b>Média das diferenças</b>	<b>-4.44%</b>	<b>-8.06%</b>	<b>-38.58%</b>	<b>-49.83%</b>

Fonte: estimações deste estudo.

\*: valores positivos representam uma superestimação dos fluxos de comércio, enquanto valores negativos representam valores subestimados.

**Anexo 5 – Resultados detalhados dos comparativos percentuais entre os valores reais e estimados para os fluxos de comércio entre os BRICs – equações para os dados agrupados\***

DIFERENÇAS REAL X ESTIMADO								
COEFICIENTES DA EQUAÇÃO PARA DADOS AGRUPADOS - MÉTODO TOBIT 1								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Brasil x China	102.49%	101.23%	128.21%	143.92%	186.46%	168.29%	170.82%	163.66%
Brasil x Índia	32.05%	159.74%	184.12%	85.83%	49.72%	118.66%	93.59%	101.98%
Brasil x Rússia	181.34%	117.06%	100.24%	96.10%	74.85%	-4.69%	-23.77%	-9.22%
China x Brasil	44.37%	79.17%	122.19%	256.41%	277.01%	202.47%	177.06%	152.11%
China x Índia	-59.75%	-66.46%	-39.26%	-0.85%	26.89%	16.52%	-15.37%	-15.41%
China x Rússia	425.80%	434.72%	387.66%	307.45%	213.30%	168.32%	87.93%	26.14%
Índia x Brasil	-327.23%	-120.42%	-114.67%	-169.29%	-48.67%	-80.16%	-116.96%	-250.32%
Índia x China	-133.41%	-127.48%	-92.61%	-83.54%	-56.50%	-36.26%	-21.50%	-24.65%
Índia x Rússia	-24.77%	-79.31%	-64.23%	-70.33%	-74.50%	-56.43%	-149.23%	-170.44%
Rússia x Brasil	89.17%	285.56%	435.50%	378.69%	179.65%	205.52%	159.38%	126.91%
Rússia x China	59.32%	96.13%	142.50%	136.40%	105.50%	99.94%	121.20%	147.22%
Rússia x Índia	149.37%	86.54%	60.13%	27.89%	-11.90%	-40.50%	-71.35%	-85.88%
<b>Média das diferenças</b>	<b>44.89%</b>	<b>80.54%</b>	<b>104.15%</b>	<b>92.39%</b>	<b>76.82%</b>	<b>63.47%</b>	<b>34.32%</b>	<b>13.51%</b>

DIFERENÇAS REAL X ESTIMADO								
COEFICIENTES DA EQUAÇÃO PARA DADOS AGRUPADOS - MÉTODO TOBIT 2								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Brasil x China	104.69%	103.11%	129.68%	145.62%	188.44%	170.43%	173.05%	165.83%
Brasil x Índia	33.42%	162.01%	185.79%	87.06%	50.72%	120.37%	95.14%	103.62%
Brasil x Rússia	184.12%	118.97%	101.47%	97.49%	76.16%	-3.77%	-22.61%	-8.34%
China x Brasil	48.15%	83.70%	127.04%	263.62%	284.06%	207.79%	181.53%	155.92%
China x Índia	-55.79%	-62.38%	-36.25%	1.18%	29.29%	18.52%	-13.63%	-14.20%
China x Rússia	439.05%	448.31%	398.72%	316.13%	219.56%	173.29%	91.14%	28.17%
Índia x Brasil	-309.49%	-111.35%	-106.33%	-159.03%	-43.12%	-73.45%	-109.08%	-236.99%
Índia x China	-123.77%	-118.03%	-84.98%	-76.43%	-50.59%	-31.22%	-17.15%	-21.72%
Índia x Rússia	-19.71%	-71.92%	-57.73%	-63.68%	-67.78%	-50.47%	-139.97%	-159.92%
Rússia x Brasil	86.47%	280.36%	426.91%	370.74%	174.72%	200.02%	154.48%	122.48%
Rússia x China	57.05%	93.61%	138.88%	132.69%	102.02%	96.35%	116.96%	142.29%
Rússia x Índia	145.68%	84.03%	57.64%	25.83%	-13.87%	-43.10%	-74.74%	-89.68%
<b>Média das diferenças</b>	<b>49.16%</b>	<b>84.20%</b>	<b>106.74%</b>	<b>95.10%</b>	<b>79.14%</b>	<b>65.40%</b>	<b>36.26%</b>	<b>15.62%</b>

DIFERENÇAS REAL X ESTIMADO								
COEFICIENTES DA EQUAÇÃO PARA DADOS AGRUPADOS - MÉTODO MQO 1								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Brasil x China	71.84%	80.70%	119.80%	122.78%	141.40%	98.99%	83.84%	61.13%
Brasil x Índia	34.68%	182.51%	233.74%	106.89%	54.34%	99.18%	62.53%	54.95%
Brasil x Rússia	152.44%	106.66%	105.06%	89.76%	54.29%	-35.75%	-76.25%	-74.21%
China x Brasil	20.49%	44.13%	82.66%	186.52%	188.79%	121.02%	92.32%	60.78%
China x Índia	-42.90%	-56.50%	-29.34%	3.21%	25.82%	10.75%	-27.72%	-41.36%
China x Rússia	452.78%	432.17%	389.30%	294.05%	184.24%	130.80%	51.78%	-7.60%
Índia x Brasil	-370.49%	-146.93%	-134.93%	-208.18%	-79.17%	-129.79%	-187.14%	-406.29%
Índia x China	-130.61%	-133.45%	-96.29%	-97.74%	-78.24%	-64.09%	-52.83%	-83.59%
Índia x Rússia	-10.13%	-63.94%	-48.68%	-63.60%	-79.27%	-71.12%	-186.24%	-241.58%
Rússia x Brasil	137.35%	345.90%	519.78%	416.62%	170.30%	167.53%	107.42%	63.81%
Rússia x China	138.17%	164.67%	222.18%	189.68%	124.67%	98.21%	98.95%	99.30%
Rússia x Índia	343.73%	201.99%	156.99%	89.21%	18.37%	-16.51%	-55.53%	-85.45%
<b>Média das diferenças</b>	<b>66.45%</b>	<b>96.49%</b>	<b>126.69%</b>	<b>94.10%</b>	<b>60.46%</b>	<b>34.10%</b>	<b>-7.40%</b>	<b>-50.01%</b>

DIFERENÇAS REAL X ESTIMADO								
COEFICIENTES DA EQUAÇÃO PARA DADOS AGRUPADOS - MÉTODO MQO 2								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Brasil x China	73.93%	79.56%	115.85%	119.94%	140.23%	101.90%	88.56%	66.94%
Brasil x Índia	36.46%	181.16%	228.17%	104.26%	53.54%	101.88%	66.58%	60.28%
Brasil x Rússia	155.97%	105.17%	100.89%	86.41%	52.38%	-35.10%	-73.83%	-70.27%
China x Brasil	14.59%	37.44%	74.77%	174.03%	176.51%	111.01%	83.69%	54.38%
China x Índia	-49.74%	-64.12%	-35.58%	-1.59%	20.21%	5.87%	-33.25%	-46.70%
China x Rússia	429.05%	407.29%	366.06%	274.63%	170.20%	119.19%	44.23%	-12.65%
Índia x Brasil	-404.33%	-164.64%	-150.73%	-227.21%	-89.70%	-143.32%	-204.38%	-432.55%
Índia x China	-146.62%	-150.59%	-110.39%	-110.61%	-89.05%	-73.36%	-61.31%	-92.14%
Índia x Rússia	-17.35%	-75.81%	-59.44%	-74.79%	-91.24%	-82.21%	-205.06%	-261.31%
Rússia x Brasil	137.27%	352.59%	535.66%	436.04%	184.15%	183.17%	121.44%	76.66%
Rússia x China	139.16%	168.78%	229.72%	200.27%	136.26%	110.73%	113.76%	116.48%
Rússia x Índia	345.91%	207.08%	163.28%	96.07%	24.40%	-9.74%	-44.90%	-71.05%
<b>Média das diferenças</b>	<b>59.53%</b>	<b>90.33%</b>	<b>121.52%</b>	<b>89.79%</b>	<b>57.32%</b>	<b>32.50%</b>	<b>-8.71%</b>	<b>-50.99%</b>

Fonte: estimações deste estudo. \*: valores positivos representam uma superestimação dos fluxos de comércio, enquanto valores negativos representam valores subestimados.