

# Análise dos fatores determinantes do comércio internacional brasileiro: uma análise do modelo gravitacional

Rodolfo Coelho Prates<sup>1</sup>  
Heliara Pacheco Pereira<sup>2</sup>

---

**Resumo:** Reconhece-se que o comércio internacional tem grande importância para o desenvolvimento e crescimento dos países. Neste sentido, um grande número de estudos se dedica a esse tema. Desde os mercantilistas, algumas teorias, ao longo da história, têm sido desenvolvidas a fim de explicar as causas e as vantagens de relações econômicas internacionais, a exemplo do Modelo Gravitacional. Esse modelo foi desenvolvido em 1962, pelo físico Jan Tinbergen, que utilizou a lei da gravidade de Isaac Newton para identificar o efeito das barreiras protecionistas ao comércio. Esse modelo afirma que o comércio entre os países é diretamente proporcional ao PIB, e inversamente proporcional à distância entre eles. Este estudo tem por objetivo analisar empiricamente, através de um modelo econométrico de dados em painel, o Modelo Gravitacional do comércio brasileiro e os 33 países selecionados dos continentes americanos.

**Palavras-chave:** Modelo Gravitacional. PIB. Comércio Internacional.

**Classificação J.E.L.:** C13; C30; F10; F43.

- 
- 1 Doutor em Economia – USP; professor do programa de mestrado e doutorado da Universidade Positivo e professor visitante do *Middlebury College*. *E-mail:* <rodprates@hotmail.com>.
  - 2 Economista pela Universidade Positivo. *E-mail:* <heliarappereira@gmail.com>.

## Analysis of the determinants of Brazilian international trade: an analysis of the gravity model

**Abstract:** It is recognized that international trade has such importance to the development and growth of countries. In this sense, a great number of studies are directed to this subject in order to identify its determinants. Since the mercantilists, some theories throughout history have been developed in order to explain the causes and advantages of international economic relations, such as the Gravity Model. The Gravity Model has its origin in 1962, with a study by physicist Jan Tinbergen, based on the law of gravity Isaac Newton, to identify the effect of protectionist barriers to trade, which in 1968 awarded him a Nobel Prize, the first Nobel for economics. The first fruits of this model are that trade between countries is directly proportional to GDP, and inversely proportional to the distance being them. This study aims to examine empirically, through an econometric panel data model, the Gravitational Model explains trade among Brazil and the 33 selected countries of the American continents.

**Keywords:** Gravitational Model. GDP. International Trade.

**J.E.L. Code:** C13; C30; F10; F43.

### 1 Introdução

O comércio é uma atividade que remonta ao surgimento da humanidade. Desde os princípios da antiguidade, o comércio é uma prática comum entre as diversas civilizações. No entanto, o conceito de comércio internacional exige a formação das nações, ou seja, dos países. Nesse sentido, o comércio internacional é um fenômeno após a consolidação do Estado Moderno (REZENDE FILHO, 2008)

Muitos economistas se debruçaram para compreender e explicar as razões do comércio internacional, dentre eles, Adam Smith, com a teoria das Vantagens Absolutas, David Ricardo, com a teoria das Vantagens Comparativas e Hecksher - Ohlin com o modelo da dotação relativa dos fatores, por exemplo. O trabalho desses economistas, e de muitos outros, advogam o livre comércio, pois o bem-estar alcançado por meio dessa prática é superior ao da situação de autarquia – isolamento (HUNT; SHERMAN, 2010).

Independente das correntes teóricas existentes sobre o benefício do comércio, é fato que a taxa de crescimento do comércio entre os países é superior ao crescimento do PIB, evidenciando a importância das transações internacionais na economia mundial. Isso se deve, de fato, ao próprio

processo de globalização da economia, a qual favoreceu um ambiente de liberdade entre todas as transações econômicas. Como apontam os dados do FMI, o PIB (Produto Interno Bruto) Mundial<sup>3</sup> passou de US\$ 24.999 bilhões em 1993 para US\$ 71.707 bilhões em 2012, representando uma variação superior a 180%. Nesse mesmo período, as exportações saíram de US\$ 4.720 bilhões para US\$ 22.432 bilhões, o que corresponde a um crescimento superior a 370%.

Particularmente o Brasil, desde o seu surgimento, sempre foi um país com ampla inserção no comércio internacional. Isso pode ser exemplificado por meio dos principais ciclos econômicos, (Lacerda et al., 2010), como o ciclo do pau-brasil, que tem por característica a atividade extrativa, os ciclos de produção agrícola, como o da borracha, da cana-de-açúcar, do cacau e do café, e de atividade mineradora, no qual o ouro foi o principal produto.

Ao longo do século XX, quando a indústria se tornou o principal elemento do desenvolvimento econômico nacional, pautado no processo de Substituição de Importações, a dependência da economia nacional com as transações internacionais se tornou menor, por conta do aumento da importância do mercado doméstico. Mesmo assim, alguns setores, principalmente o agrícola, suportaram o crescimento do mercado interno e externo, até mesmo financiando o mercado interno na aquisição de tecnologia estrangeira (máquinas e equipamentos) necessária ao avanço da indústria doméstica, por meio da geração de divisas.

Após a abertura comercial no início da década de 1990, é possível observar, pelos dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), que a participação brasileira<sup>4</sup> nas exportações mundial passou de 0,93% em 1990 para 1,44% em 2011, e nas importações de 0,72% para 1,29%.

Nesse sentido, compreender as razões que sustentam o comércio é de fundamental importância, pois permitem verificar padrões existentes na economia brasileira. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é analisar, por meio do modelo gravitacional, os determinantes do

3 Disponível em: <<http://www.imf.org/external/pubs/ft/wco/2013/01/weodata/index.aspx>>. Acesso em: 11 maio 2013.

4 Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=5&menu=1486&refr=608>>. Acesso em: 11 maio 2013.

comércio internacional brasileiro com os demais países dos continentes americanos no período entre 2000 e 2012, e identificar se as relações comerciais entre os países são explicadas pela existência de um conjunto de elementos que caracterizam a condição econômica, cultural e geográfica do país.

Para alcançar tal objetivo, foi utilizada uma versão modificada do modelo gravitacional proposto por Tinbergen (1962). O processo de estimação do modelo ocorreu por meio de técnicas de dados em painel, pois se trata de um estudo que combina características transversais (os países que compõem as três Américas) e longitudinais (período que compreende os anos de 2000 a 2012).

Além desta introdução e do capítulo referente à revisão teórica, o presente projeto propõe mais três capítulos. O primeiro deles é a metodologia, no qual serão explicitados todos os elementos necessários para a condução e realização da pesquisa. O segundo é a análise dos dados. Inicialmente será apresentada uma análise descritiva dos dados, para, na sequência, analisar os resultados obtidos na regressão. A discussão e análise de tais resultados serão igualmente realizadas nesse capítulo. Por fim, o capítulo conclusivo apresentará as principais considerações finais do trabalho.

## **2 As teorias da economia internacional**

O presente item descreve os principais temas do comércio mundial. O primeiro deles apresenta uma visão panorâmica do comércio. O segundo mostra a ideia central da corrente de pensamento mercantilista.

### **2.1 Evolução do comércio mundial**

Pelo fato do comércio ser uma atividade bastante antiga, é normal encontrar um conjunto bastante amplo de explicações, ideologias ou teorias sobre o comércio internacional.

Segundo Kenen (1998), o estudo sobre o comércio internacional surgiu no século XVI, motivado pelos europeus em busca de ouro,

evoluiu com os surgimentos dos estados-nação modernos e atraiu pensadores econômicos entre os séculos XVIII e XIX. As ideias concebidas por tais pensadores, como David Hume, Adam Smith, John Stuart Mill e David Ricardo, por exemplo, são ainda hoje utilizadas para descrever e compreender o comércio internacional. Além de uma visão liberalizada do comércio, eles deixaram como legado um conjunto de ferramentas de análise de grande importância utilizadas pela economia moderna.

O estudo da economia internacional apresenta cada vez mais importância, visto que a cada dia a noção de tempo e distância estão menores, não apenas pelo desenvolvimento da comunicação e do transporte, mas também devido ao “crescimento do uso dos mercados internacionais para a compra de bens e serviços e de ativos financeiros” (APPLEYARD et al., 2010, p. 1). Não é apenas o volume absoluto de bens e serviços comercializados que importam, mas também a razão entre as exportações e o PIB da economia analisada, o qual mede o grau de dependência internacional.

O comércio internacional não é fruto da globalização, mas sim, fruto das primeiras relações de trocas, que proporcionaram às economias utilizarem seus recursos da maneira mais eficiente, elevando assim a sua competitividade e por consequência, a renda. O fácil e rápido acesso às novas tecnologias elevam a eficiência e a qualidade dos produtos exportados, assim, não se deve negar que com o passar do tempo, o comércio internacional apresenta “cada vez mais, importância econômica, social e política em todo o mundo” (MORAIS; MARRA 2010, p.65; KENEN, 1998).

Existem algumas teorias consolidadas que buscam explicar os determinantes do comércio internacional. Segundo Coutinho *et al.*, (2005), até a primeira metade do século XVIII o comércio internacional era influenciado pelas teorias mercantilistas, para a qual o principal objetivo era o superávit comercial. Na segunda metade do século XVIII, novos debates surgiram e traçaram os novos rumos da economia internacional, na qual uma das ferramentas mais utilizadas foram os acordos comerciais.

Azevedo *et al.* (2006) afirmam que grandes mudanças ocorreram na economia internacional no final do século XX, como a formação de blocos econômicos, entre eles a União Europeia, o Nafta, as tentativas

de criação da Alca, além do Mercosul, alguns blocos permaneceram apenas no papel, outros tiveram grande importância no desenvolvimento das economias participantes. Outro fator que contribuiu neste período com o comércio internacional foi a criação do GATT (constituído em 1947), visando diminuir algumas barreiras protecionistas, tarifárias ou não. Em 1995, o GATT se configurou na Organização Mundial do Comércio, que continua com o papel de instituição internacional visando o livre comércio.

Segundo Apleyard *et al.* (2010), entre 1963 e 2005, os países industrializados praticamente dominaram as relações comerciais internacionais. Entre eles é possível destacar os que compõem a tríade, ou seja, Estados Unidos, a Europa e a Ásia. Os países da tríade correspondem a mais de 84% de participação das exportações, e mais de 89% das importações. Neste período, houve uma mudança na pauta dos produtos comercializados, os produtos primários apresentaram queda, contra um aumento dos produtos manufaturados.

Outro elemento que alterou a geografia do comércio mundial foi a constituição dos blocos econômicos, a exemplo da União Européia, do Mercosul e do Nafta. Dentro da teoria de comércio internacional, ainda há a dúvida se o bloco cria ou desvia comércio. Independente, o que se pode constatar é que, de fato, com a criação do bloco, o comércio se torna mais intenso entre os países que participam.

Diante de um contexto tão plural, há inúmeras formas de compreender e analisar o comércio internacional, dentre essas o modelo gravitacional. Esse modelo foi desenvolvido em 1962, quando o físico Jan Tinbergen, vencedor do primeiro Prêmio Nobel de Economia em 1969, propôs um estudo econométrico sobre o padrão que prevaleceria das relações entre os países, com ausência de barreiras comerciais, “onde os fluxos de comércio estão diretamente relacionados com a dimensão econômica dos países envolvidos, e inversamente proporcional à distância entre eles”<sup>5</sup>. Neste estudo, Tinbergen pôde verificar os países mais afetados por medidas protecionistas, confrontando o resultado de

---

5 Where trade flows are directly related to the economic size of the countries involved, and inversely related to the distance between them (BENEDICTIS; TAGLIONI, 2011, p. 55). Tradução livre.

seu modelo, com os fluxos reais. (BENEDICTIS; TAGLIONI, 2011; MACHADO, 1996).

Segundo Gujarati e Porter (2011), o modelo gravitacional de Newton diz que cada partícula do universo atrai todas as outras partículas com uma força (F) diretamente proporcional (k) ao produto de suas massas ( $m_1$  e  $m_2$ ) e inversamente proporcional ao quadrado da distância (r) entre elas, representada na equação 1.

$$F = k \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \quad (1)$$

A adaptação da lei gravitacional de Newton para o comércio internacional sugere que este é diretamente proporcional ao PIB (massas) dos países e inversamente proporcional a distância entre eles. Isso implica que o comércio é dado pelo porte do país, assim, grandes economias tendem a comercializar mais entre si. A distância, por sua vez, exerce o papel de obstáculo, pois quanto mais longe, menor tende a ser o comércio, visto que os custos de transporte e outros fatores relacionados, o influenciam negativamente. (BENEDICTIS; TAGLIONI, 2011; KRUGMAN; OBSTFELD, 2001)

O modelo embasa as relações comerciais internacionais sobre o que é comercializado com quem, além do papel das barreiras comerciais, por meio da associação entre “a demanda do importador, a oferta do exportador e os custos de realização de tal transação” (AZEVEDO *et al.* 2006, p. 245). Desde então, o modelo apresentado por Tinbergen é utilizado para analisar empiricamente os fluxos comerciais bilaterais entre países, e seus resultados evidenciam como sendo um dos modelos mais estáveis da teoria econômica.

Vale ressaltar que a utilização do modelo gravitacional para explicar fenômenos além da física não é um pioneirismo da economia. Antes de Tinbergen (1962), vários outros, a exemplo de Ravenstein (1885) e Zipf (1946), utilizaram do modelo gravitacional para explicar os fluxos migratórios, por exemplo (BENEDICTIS; TAGLIONI, 2011).

Segundo Krugman e Obstfeld (2010, p. 10) “o tamanho importa”, e o tamanho a que se referem é o PIB do país, pois representa o total de

bens e serviços de uma economia, além de haver forte correlação entre o tamanho de uma economia e o total de suas exportações e importações. O comércio entre países pelo modelo gravitacional pode ser previsto com certa exatidão pela equação 2:

$$T_{ij} = \frac{A \cdot Y_i^a \cdot Y_j^b}{D_{ij}^c} \quad (2)$$

Na equação 2,  $i$  e  $j$  são os países, o volume de comércio entre eles ( $T_{ij}$ ) é definido pelo tamanho do PIB de cada um ( $Y_i$  e  $Y_j$ ) e inverso a respectiva distância ( $D_{ij}$ ). Nesta equação, o comércio é dado como proporcional ao PIB e inverso à distância, enquanto que  $a$ ,  $b$ ,  $c$  e  $A$  são os parâmetros do modelo (KRUGMAN; OBSTFELD, 2001).

A lógica do modelo gravitacional é que “o PIB de um país, por ser equivalente ao valor dos bens e serviços que ele vende, é por definição, igual ao gasto total em bens e serviços que ele produz” (KRUGMAN; OBSTFELD, 2010, p. 11). Assim, o PIB é a renda da economia. Mas este valor não é igual ao total da participação no comércio, visto que vários países gastam grande parte de sua renda internamente, e alguns fatores restringem o comércio internacional. Portanto, é possível supor que o fluxo de comércio entre os países é uma proporção do PIB dos países.

Para Krugman e Obstfeld (2010), fatores como o gasto interno, cultura, língua, localização geográfica, custos de transporte, fronteiras entre países, acordos comerciais e inovações tecnológicas, tanto em comunicação como em transporte, influenciam as relações de comércio internacional, apresentando resultados diferentes que o estimado pelo modelo, mas mesmo assim a correlação do modelo entre distância e o comércio internacional continua válida. Nesse aspecto, Silva (2004, p.17) argumenta que “o mercado internacional é um complexo processo competitivo envolvendo fatores econômicos, políticos e sociais”.

O comércio, de fato, cresceu com o passar dos anos, primeiramente as exportações eram definidas por seus recursos naturais, entre produtos agrícolas e minerais, manufaturados e serviços, com evidência no último, proveniente da terceirização de serviços, facilitada pela



evolução da comunicação, principalmente da internet que possibilita a boa comunicação entre grandes distâncias em tempo real (BENEDICTIS; TAGLIONI, 2011).

Segundo Benedictis e Taglioni (2011), Tinbergen identificou uma alta correlação múltipla entre as variáveis-chave, assim, a capacidade de explicação do fluxo comercial em função do conjunto de variáveis independentes é superior a 80%. Assim, a aplicação do modelo log-linear da lei universal da gravidade de Newton, foi introduzido nos estudos das relações econômicas e sociais. Os determinantes do comércio bilateral estão à direita da equação, explicando a causalidade entre PIB e distância,

Segundo Azevedo *et al.* (2006, p.246) a equação mais comum do modelo gravitacional está representada na equação 3:

$$T_{ij} = BY_i^{\beta_1} N_i^{\beta_2} Y_j^{\beta_3} N_j^{\beta_4} D_{ij}^{\beta_5} T_j^{\beta_6} \exp[\beta_7 C_{ij} + \beta_8 I_i + \beta_9 I_j + \beta_{10} L_{ij}] \quad (3)$$

Onde  $T_{ij}$  é o comércio bilateral entre os países  $i$  e  $j$ .  $B$  é um coeficiente fixo. O PIB de cada país é representado por  $Y_i$  e  $Y_j$ . A distância gravitacional entre o país  $i$  de  $j$  é dado por  $D_{ij}$ . A variável  $T$  é a área territorial do país,  $C_{ij}$  é uma *dummy* unitária para fronteiras,  $I$  é uma *dummy* unitária se o país for uma ilha.  $L_{ij}$  é uma *dummy* onde utiliza-se *proxy* para identidades culturais. Nesse sentido, Azevedo *et al.* (2006, p. 247) afirmam que:

Essa equação explica as transações de  $j$  para  $i$ , considerando que eles não façam parte de nenhum bloco econômico. Tal equação é normalmente chamada de *antimonde* ou contrafactual, representando o volume de comércio esperado entre dois países pelas suas características econômicas, geográficas e culturais na ausência de um Acordo Preferencial de Comércio.

O modelo gravitacional é apropriado a testes econométricos de medida *ex-post*, e as principais variáveis utilizadas são: distância, fronteira terrestre, idiomas, vínculos coloniais, moeda, acesso ao oceano, infraestruturas e cultura, entre outras, fatores estes que estimulam ou inibem o comércio entre países. Mesmo não possuindo um embasamento teórico econômico para o comércio internacional, possui um poder significativo

de explicação em seus resultados (BENEDICTIS; TAGLIONI, 2011; AZEVEDO et al., 2006).

O modelo gravitacional sofreu diversas críticas, principalmente pela falta de fundamentação teórica para a explicação de seus resultados, porém estas críticas, segundo Azevedo *et al.*,

Perderam força na medida em que outros autores já mostraram que o modelo gravitacional pode ser derivado parcialmente tanto de modelos de Heckscher-Ohlin (Deardorff, 1997) como de modelos de concorrência imperfeita (Bergstrand, 1985; Helpman, 1987). Frankel (1997) chega a afirmar que a equação gravitacional passou da falta para um excesso de fundamentação teórica (2006, p. 246).

Particularmente em relação ao Brasil, há alguns trabalhos que adotaram o modelo gravitacional. Entre eles destaca-se o de Flach (2007), que o utilizou para avaliar os determinantes do investimento direto externo no Brasil para o período de 1999 a 2005, relacionando 15 países como fontes de capitais, e constatou que “as variáveis do modelo final apresentaram resultados que corroboram com o exposto na literatura teórica e empírica bem como significância estatística”. Assim, o fluxo de capitais de investimento direto externo para o Brasil, foi explicado pelo modelo gravitacional.

Azevedo *et al.* (2006), por meio do modelo gravitacional, analisaram os efeitos da criação de blocos econômicos na América, entre eles Mercosul, Comunidade Andina e Nafta, com ênfase na criação da Alca sobre o comércio entre os países participantes, buscando identificar os impactos da constituição dos blocos sobre o comércio. Constataram que “a formação da ALCA possibilitará bons resultados para as economias envolvidas, em particular o Brasil” (Azevedo et al., 2006, p. 263), considerando a taxa anual de crescimento do comércio entre países como Argentina, Canadá México e EUA. Além de que haveria choques positivos nas relações bilaterais entre as nações consideradas no modelo, visto que a criação da ALCA não afetaria os acordos já existentes de outros blocos.

Souza e Burnquist (2011) utilizaram o modelo gravitacional para analisar os efeitos da facilitação sobre o comércio bilateral entre o Brasil e seus principais parceiros comercial, por meio da construção

de indicadores de facilitação, e concluíram que, a técnica utilizada em parceria com o modelo gravitacional, “mostrou-se adequada para avaliar como as diversas medidas de facilitação comercial afetam o padrão de comércio dos países” (SOUZA; BURNQUIST, 2011, p. 933).

Silva *et al.* (2007) verificaram o efeito-fronteira (tarifárias ou não) para os 26 estados brasileiros, mais o Distrito Federal e ainda outros 46 países, por meio do modelo gravitacional, e conclui que “comércio intranacional no Brasil é, em média, 33 vezes maior que aquele com os países” (SILVA *et al.*, 2007, p.10). Resultado da concentração em alguns estados sobre exportações e importações, e da concentração da atividade econômica, e também pela pequena substituição entre os produtos de cada estado.

### 3 Metodologia

A presente pesquisa é descritiva e confirmatória, cuja análise combina dados transversais com dados longitudinais. O objetivo central é mensurar os fatores determinantes do comércio internacional, mensurados por meio do modelo gravitacional, entre o Brasil e os demais países das Américas (Sul, Central e Norte) entre 2000 e 2012.

A equação do modelo gravitacional, proposta por Krugman e Obstfeld (2010), de comércio internacional (equação 4), descreve a relação na qual, o comércio ( $T_{ij}$ ) entre o país  $i$  e  $j$ , é diretamente proporcional ao tamanho do PIB de cada país ( $Y_i$  e  $Y_j$ ) e inversamente proporcional a distância ( $D_{ij}$ ) entre eles.

$$T_{ij} = \frac{A Y_i^\alpha Y_j^\beta}{D_{ij}^\gamma} \quad (4)$$

O modelo econométrico associado à equação 5 é

$$T_{ij} = \frac{A Y_i^\alpha Y_j^\beta}{D_{ij}^\gamma} \mu \quad (5)$$

Em que  $\mu$  é o elemento de erro e se relaciona de forma multiplicativa com as demais variáveis. O termo de erro reflete todos os demais fatores que afetam a relação do comércio internacional e que não são incorporados ao modelo por conta de sua complexidade.

Como se pode observar, a equação 5 é uma equação não linear, visto que os parâmetros  $a$ ,  $b$  e  $c$ , os quais ajustam o modelo não se comportam de forma linear, o que impossibilita a estimação por meio do Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (GUJARATI; PORTER, 2011).

Para contornar esse problema, é aplicado o logaritmo em ambos os lados da equação 5, com o objetivo de obter a linearidade do modelo. A equação 6 é o resultado na linearização da equação 6:

$$\ln T_{ij} = \ln A + \beta_1 \ln Y_i + \beta_2 \ln Y_j + \beta_3 \ln D_{ij} + \beta_4 F \quad (6)$$

Sendo assim, o modelo econométrico proposto no presente estudo é

$$\ln T_{ij} = \ln A + \beta_1 \ln Y_i + \beta_2 \ln Y_j + \beta_3 \ln D_{ij} + \beta_4 F + \beta_5 BE + \beta_6 L + \ln \mu \quad (8)$$

Onde,  $T_{ij}$  é a variável dependente, referente ao comércio entre o país  $i$  e  $j$ ;  $Y_i$  e  $Y_j$  as variáveis explicativas são:  $Y$ , o PIB dos países;  $D$ , a distância entre eles;  $F$ , se possuem fronteira física com o Brasil;  $BE$ , participação em blocos econômicos, evidenciando o MERCOSUL, e  $L$ , o idioma os quais são fatores apontando como determinantes para o modelo gravitacional,  $EA$  é a constante do modelo.

Para efetuar a análise dos fatores determinantes do comércio internacional brasileiro, com os demais países do continente americano, foram coletados dados entre o período entre 2000 e 2012.

Os valores do PIB dos 33 países selecionados, em bilhões de dólares, foram coletados no site do FMI<sup>6</sup>, selecionado em *National Accounts* por *Gross domestic producte current prices* em *U.S. dollars* para o período de 2000 a 2012.

Com exceção de Cuba, todos os países das Américas foram contemplados na pesquisa.

6 Disponível em: <<http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2013/01/weodata/weoselco.aspx?g=2001&sg=All+countries>>. -Acesso em: 4 jul. 2013.

Os dados referentes às importações e exportações em US\$ FOB<sup>7</sup> destes países com o Brasil foram coletados no site do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior<sup>8</sup> (MDIC), por meio do Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior<sup>9</sup> (AliceWeb2)

As distâncias foram calculadas entre os principais grandes portos dos países, conforme o site da CIA<sup>10</sup>, e o porto de Santos pelos sites Sea-Rates<sup>11</sup>, em quilômetros, e Vessel Distance<sup>12</sup> em milhas náuticas, que foram multiplicadas por 1,852 e convertidas em quilômetros. As trajetórias foram calculadas por média simples quando há mais de um porto principal.

A especificação dos dados que serão utilizados para estimar o modelo proposto, os coeficientes esperados e suas respectivas fontes, estão demonstrados no QUADRO 1:

QUADRO 1 - Detalhamento dos dados de pesquisa

	VARIÁVEL	REPRESENTAÇÃO	UNIDADE	SINAL ESPERADO DO COEFICIENTE	FUNTE
Variável Dependente	Tij	Comércio Internacional	US\$ bilhões	Variável de Interesse	AliceWeb <sup>1</sup>
Variáveis Explicativas	PIBi	Produto Interno Bruto, país i	US\$ bilhões	Positivo	FMI <sup>2</sup>
	PIBj	Produto Interno Bruto, país j	US\$ bilhões	Positivo	FMI
	D	Distância	Km	Negativo	CIA <sup>3</sup> e Sea-Rates <sup>4</sup>
	F	Fronteira	Dicotômica	Positivo	MDIC
	BE	Bloco Econômico	Categórica	Positivo	MDIC
	L	Idioma	Categórica	Positivo	MDIC

Fonte: Elaboração Própria.

7 (*freeonboard* – “livre a bordo”). Denominação da cláusula de contrato segundo a qual o frete não está incluso no custo da mercadoria. Valor FOB é o preço de venda da mercadoria acrescido de todas as despesas que o exportador fez até colocá-lo a bordo, incluindo as taxas portuárias, de previdência, da comissão de Marinha Mercante e outras que incidem sobre o valor do frete (SANDRONI, 1999, p. 142).

8 Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/>>. Acesso em: 4 jul. 2013.

9 Disponível em: <<http://aliceweb2.mdic.gov.br/menu/index/item/aliceweb>>. Acesso em: 4 jul. 2013.

10 Disponível em: <<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/fields/2120.html>>. Acesso em: 4 jul. 2013.

11 Disponível em: <<http://www.searates.com/reference/portdistance/>>. Acesso em: 4 jul. 2013.

12 Disponível em: <[http://www.vesseldistance.com/?page\\_id=2](http://www.vesseldistance.com/?page_id=2)>. Acesso em: 4 jul. 2013.

Este modelo utilizará dados de painel para a sua regressão, o qual, segundo Gujarati e Porter (2011, p.47) são “dados combinados nos quais a mesma unidade em corte transversal (por exemplo, uma família ou uma empresa) é pesquisada ao longo do tempo.”, neste caso, os dados que serão combinados são PIB, distância, fronteiras, blocos econômicos e idioma. Este modelo combina as séries temporais com observações de corte transversal, possibilitando, portanto, mais informações e variabilidade, além de apresentar menor colinearidade entre as variáveis, e assim, a análise apresenta maior eficiência. Além de que, os dados em painel, permitem analisar melhor as variações que comumente não são observadas em corte transversal, ou dados longitudinais, e ainda podem minimizar o viés e apresentar maior grau de liberdade.

Foram considerados os seguintes modelos:

- *Pooled Data*, ou MQO para dados empilhados: Todas as observações são empilhadas, e apenas uma regressão é realizada levando em consideração que não há efeitos individuais entre os países. Este teste pode camuflar a heterogeneidade entre os países.
- MQVD para efeitos fixos: O modelo básico assume a presença de efeitos individuais, ou seja, que cada país tem características que o diferenciam dos demais. Há heterogeneidade entre os países, assim, cada um tem seu intercepto no modelo, o qual não varia no tempo. Nesse modelo, todas as observações são combinadas, porém há uma variável dummy (intercepto) para cada unidade de observação, que é invariante no tempo.
- Modelo de efeito aleatório: Sugere o uso do erro para expressar as *dummies*. A constante não é tratada como fixa, mas como resultado da soma de uma variável aleatória com valor médio e o valor médio do termo de erro. Admite-se assim que os países fazem parte um universo maior, e que eles possuem um valor médio comum para o intercepto.
- Os testes abaixo definirão qual o melhor modelo a ser utilizado para explicação.
- Teste F de Chow: Para este teste a hipótese nula é de que não há mudança estrutural, para o qual, se o valor de  $F$  calculado for menor que  $F$  tabelado não rejeitaremos a hipótese nula. O resultado deste teste apresenta qual o melhor modelo a ser utilizado para regressão, se o *Pooled Data* ou Efeito Fixo.

- Teste do multiplicador de Lagrange de Breusch e Pagan: Este teste verifica a hipótese que não há efeitos aleatórios, isso significa que a variância é zero. Segundo Gujarati e Porter (2011), sob a hipótese nula, o qui-quadrado apresenta apenas 1 grau de liberdade, pois é testada a hipótese que O resultado deste teste apresenta qual o melhor modelo ser utilizado para regressão, se o *Pooled Data* ou Efeito Aleatório.
- Teste de Hausman: Este teste é utilizado para testar se há simultaneidade, e qual o melhor efeito, se o Efeito Fixo ou Efeito Aleatório. Tem como hipótese nula que se não há simultaneidade, a correlação é igual a zero. Se o valor exceder o da tabela, utiliza-se o efeito fixo.

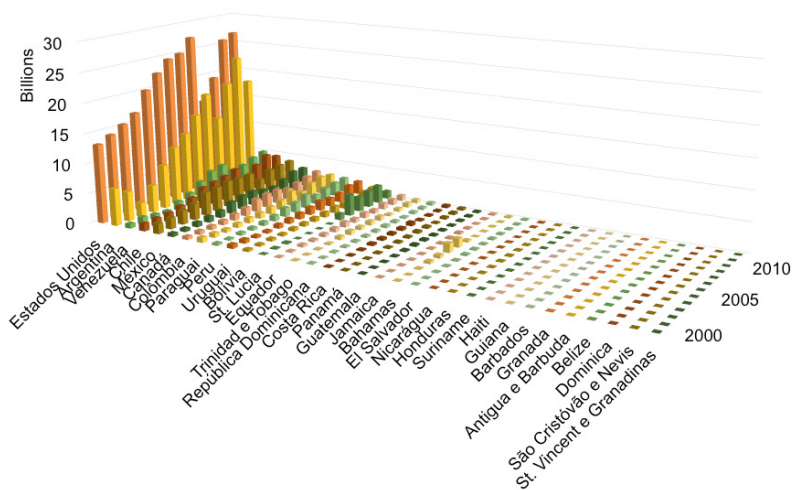
#### **4 Discussão e análise dos resultados**

Esse item apresenta os resultados da pesquisa. Inicialmente há uma caracterização dos fluxos comerciais brasileiros e em seguida são apresentados os resultados das estimativas do modelo gravitacional.

## 4.1 Exportações

No GRÁFICO 1 são apresentados os valores referentes às exportações brasileiras aos países analisados. Conforme é possível observar, os maiores destinos das exportações brasileiras são os Estados Unidos e a Argentina, seguidos por Venezuela, Chile, México, Canadá, Colômbia, Paraguai, Peru e Uruguai. Os demais países apresentam uma participação irrisória.

GRÁFICO 1 - Exportações brasileiras por país, entre 2000-2012

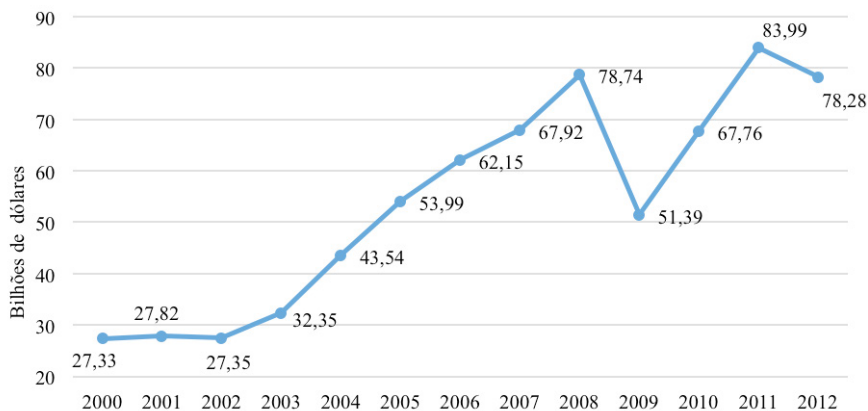


Fonte: AliceWeb, em US\$ FOB. Elaboração própria.

A evolução total das exportações brasileiras está representada no GRÁFICO 2. Em 2000, o total das exportações era de aproximadamente 27,33 bilhões de US\$. Este valor praticamente dobrou em 2005, quando chegou a 53,99 bilhões de US\$. Em 2008, o total de exportações foi de 78,73 bilhões de dólares. A crise de 2008 afetou o resultado do ano seguinte, o qual em 2009 não passou de 51,39 bilhões de US\$, abaixo do registrado em 2005.



GRÁFICO 2 - Total de exportações, 2000-2012



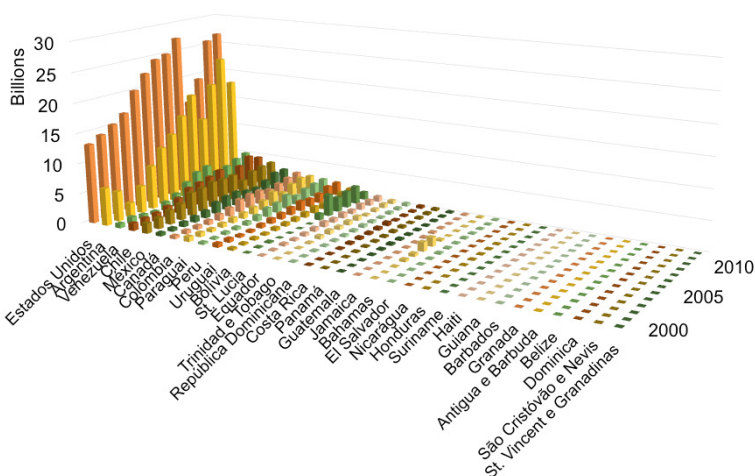
Fonte: Elaboração própria.

Em 2010 e 2011 houve novo crescimento das exportações brasileiras, registrando 67,76 bilhões e 83,99 bilhões de US\$ respectivamente, além do resultado de 2011 ser o maior no período analisado. Em 2012 houve nova queda das exportações brasileiras para os países analisados, registrando um total de 78,28 bilhões de dólares.

## 4.2 Importações

O volume de importações brasileiras para os países analisados é apresentado no GRÁFICO 3. Da mesma forma que as exportações, os Estados Unidos e a Argentina são os principais países de origem das exportações brasileiras. Na sequência estão o México, o Chile, a Bolívia, o Canadá e o Uruguai. O volume das importações proveniente dos demais países é pequeno.

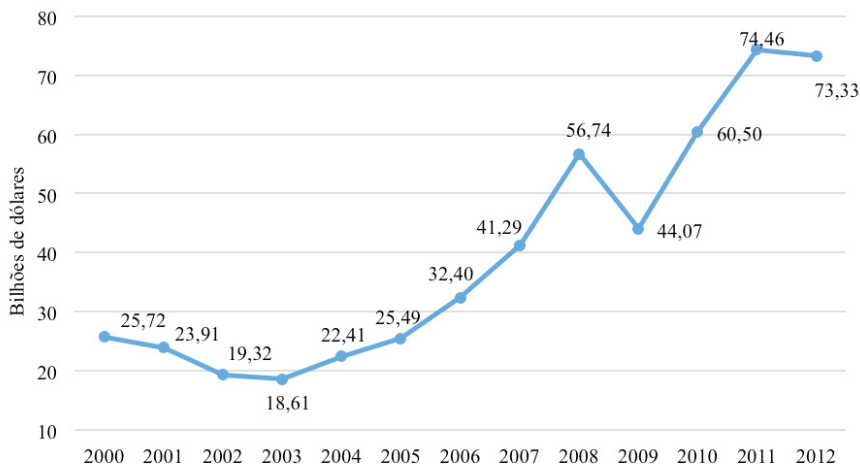
GRÁFICO 3 - Importações brasileiras, por país, entre 2000-2012



Fonte: AliceWeb, em US\$ FOB. Elaboração própria.

No GRÁFICO 4 está representado o total das importações brasileiras, onde é possível verificar um crescimento constante, com exceção do ano de 2009, reflexo da crise financeira, mas mesmo assim, nos anos seguintes o total das importações foi superior ao ano de 2008.

Em 2000 foi importado mais de 25,72 bilhões de US\$, valor este que dobrou em 2008, quando apresentou US\$ 56,74 bilhões de US\$. Em 2009 houve queda, e o total importado foi US\$ 44,07 bilhões. Já em 2010 passou o total de 2007 novamente, e em 2012 chegou a US\$ 73,32 bilhões. O maior registro foi em 2011, quando o total importado chegou a 74,46 bilhões de US\$.

**GRÁFICO 4** - Total de importações, 2000-2012

Fonte: Elaboração própria.

Admitindo que o total importado destes países corresponde a cem por cento, mais de 95% das importações correspondem aos dez países já apresentados, em todos os anos analisados. Assim como nas exportações, Estados Unidos e Argentina ocupam os primeiros lugares na classificação. Dos Estados Unidos vieram mais e 50% do total importado pelo Brasil entre 2000 e 2005, e mesmo entre 2006 e 2012 esta marca não ficou abaixo dos 45%. As importações oriundas da Argentina em todos o período analisado não foram inferiores 23%, mas também não atingiram a casa dos 30%.

As importações mexicanas são as terceiras na classificação, mesmo com resultados percentuais tão distantes dos dois primeiros países. Em 2000 o percentual registrado foi de 2,99% e ao longo do período analisado foram as que mais cresceram, registrando em 2012, 8,57%.

As importações brasileiras da Bolívia tiveram a melhor participação em 2008, quando registraram 5,16%, os demais anos ficaram abaixo deste patamar, e a menor participação foi registrada em 2000, apresentando apenas 0,56% do total das importações brasileiras. As importações de origem bolivianas foram as que mais apresentaram um crescimento constante no percentual total.

Canadá, Uruguai, Peru e Colômbia, mesmo fazendo parte dos dez primeiros, o percentual importado pelo Brasil destes países não ultrapassa 5% nos períodos analisados, com exceção do Canadá em 2008 quando registrou 5,80%.

Venezuela é o único país nesta série que apresenta em 2000 percentual maior que em 2012, o primeiro foi 5,26% e o segundo 1,41%.

A soma do total importado dos demais países desta classificação, não ultrapassou a marca de 10% das importações brasileiras em cada ano. Em 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 e 2005 as taxas não passaram de 1,88%, 1,72%, 2,57%, 3,34%, 2,09% e 2,88% respectivamente. Todos os demais anos os níveis registrados não foram superiores ao ano de 2003.

### 4.3 Modelo gravitacional

Este item apresenta os resultados econométricos do modelo gravitacional. O modelo foi estimado conforme as especificações (equação 8) expostas na metodologia, e a partir de agora os resultados das regressões estimadas serão apresentados.

Como mencionado anteriormente, diante do modelo de dados em painel escolhido, o passo inicial é verificar quais dos três modelos é preferível: regressão *pooled*, modelo de efeito fixo ou modelo de efeito aleatório. A TABELA 1 apresenta, além das demais estimativas e estatísticas, os resultados dos testes.

O teste F de Chow é estatisticamente significativo, sendo assim, a regressão pelo modelo de efeito fixo é preferível à regressão *pooled*. Isso mostra a presença dos efeitos individuais. O teste de Breush e Pagan também é significativo (1%), e confirma a presença dos efeitos individuais, pois o modelo de efeito aleatório é preferível à regressão *pooled*. E finalmente, o teste de especificação de Hausman, por ser significativo, aponta que o modelo de efeito fixo é preferível ao modelo de efeito aleatório.

No entanto, cabe a ressalva de que o modelo de efeito fixo utiliza um conjunto de variáveis binárias para estimar o coeficiente, e esse conjunto pode ter entrado em conflito com os dados utilizados no modelo, resultando na não estimação de vários coeficientes. Sendo assim, mesmo

sabendo que o teste aponta o modelo de efeito fixo como preferível ao modelo de efeito aleatório, a presente análise está baseada no modelo de efeito aleatório.

TABELA 1 – Resultado dos modelos de regressão estimados para o modelo gravitacional

VARIÁVEIS EXPLICATIVAS	MODELOS DE REGRESSÃO		
	POOLED	EFEITO FIXO	EFEITO ALEATÓRIO
In PIB	1,09852* (39,39)	1,54142*** (15,67)	1,283952* (19,48)
In Distância	-2,041054* (-10,38)	Omitido	-2,709306* (-4,71)
Fronteira	0,0403361*** (0,25)	Omitido	-0,1792358 (-0,35)
Membro do Mercosul	-0,7947954 (-2,98)	Omitido	-1,44913*** (-1,80)
Língua	0,268116** (4,35)	Omitido	0,114896589 (0,62)
Constante	33,84896 (19,43)	14,81273 (54,74)	39,53861 (7,72)
Observações	429	429	429
Teste F	546,58*	245,68*	
Wald chi2			502,17*
R <sup>2</sup> ajustado	0,8644	0,7708	0,8610
VIF	2,26		
Teste F de Chow		42,93*	
Teste de Breush e Pagan			821,85*
Teste de Hausman			12,45*

Fonte: Elaboração própria

Notas: Os resultados entre parênteses, a estatística *t* de Student.

\* denota significância a 1%.

\*\* denota significância a 5%.

\*\*\* denota significância a 10%.

De forma geral, a qualidade da regressão é plenamente satisfatória. O teste de Wald chi2, que é equivalente ao teste F na regressão *pooled*

e na de efeito fixo, mede a probabilidade de todos os coeficientes em conjunto ser zero, este apresentou significância de 1% para o modelo de efeito aleatório. E o Teste F, tanto para *pooled* quanto para o efeito aleatório, também apresentou significância a 1%.

O  $R^2$  ajustado, que mede a proporção explicada da variação do comércio com relação ao total das alterações das variáveis independentes, apresenta valor estimado expressivo, com poder de explicação de 86,10% do comércio com relação ao modelo gravitacional.

Pelos resultados, observa-se que a variável PIB é estatisticamente significativa a 1%, portanto, como previsto no modelo gravitacional, essa variável apresenta uma forte capacidade explanatória sobre as relações comerciais.

Comportamento semelhante ocorreu com a variável distância, a qual também se mostrou estatisticamente significativa a 1%. O sinal negativo significa que quanto maior a distância entre os países, menor é o comércio entre eles, e assim esta variável corrobora o indicado pelo modelo gravitacional na explicação do comércio internacional brasileiro.

A variável fronteira não se mostrou estatisticamente significativa. A hipótese para essa variável salienta que há uma relação positiva sua com o volume de comércio. Portanto, esperava-se que o volume de comércio seria mais intenso com os países vizinhos.

O modelo econométrico estimado tem como pressuposto que o comércio é mais intenso com países que pertencem ao bloco do Mercosul. Porém, contrariando as premissas do modelo, a variável se mostrou significativa a 10% e com sinal contrário ao esperado. Isso significa que pertencer ao bloco dificulta a realização das transações comerciais. Essa constatação pode estar associada ao fato das relações comerciais entre Brasil e Argentina passarem por determinadas restrições, principalmente impostas pela Argentina, a qual se defronta com déficits nas transações com o Brasil.

E finalmente, o coeficiente estimado da variável explicativa língua não se mostrou estatisticamente significativo, assim, descarta-se a hipótese de que elementos culturais impactam sobre o comércio. Além do mais, a maioria dos países tem o espanhol como língua oficial, tornando baixa a variância dessa variável explicativa.

## 5 Conclusão

Os resultados confirmam a importância do comércio para os países, principalmente pela taxa de proporção de crescimento quando analisadas as importações e exportações. As taxas de exportações e importações brasileiras, no período analisado, colaboram com o resultado, visto que entre 2000 e 2012 o crescimento de ambas foi superior a 180%.

Os resultados encontrados no modelo de regressão mostraram que três, das cinco variáveis independentes, justificaram o uso do modelo gravitacional para explicar os fluxos comerciais brasileiros com os demais países dos continentes americanos.

Observou-se que países com grande PIB, mesmo que mais distantes, registraram elevado comércio no período analisado, como principais referências temos Estados Unidos, México e Canadá, que segundo o modelo gravitacional, devido à grande distância o comércio tenderia a ser menor. Um fator que colabora para este resultado, nesta análise, é o fato da distância considerada ser entre os principais portos, enfraquecendo o efeito fronteira. Assim, o PIB e a distância confirmaram a hipótese do modelo gravitacional.

Algumas variáveis não denotaram significância, entre elas a língua, o que se deve ao fato desta característica cultural não influenciar as relações comerciais, visto que a língua portuguesa não é utilizada em nenhum dos 33 países, os quais têm predominância da língua espanhola e inglesa.

Assim como a língua, o fato de possuir fronteira física não se mostrou significativa. De maneira surpreendente, o fato de pertencer ao Mercosul atrapalha o fluxo comercial entre os países.

Por fim, como o objetivo deste trabalho foi analisar, por meio do modelo gravitacional, os determinantes do comércio internacional brasileiro com os demais países dos continentes americanos no período entre 2000 e 2012, ficou evidente de que elementos econômicos, culturais e geográficos explicam o comércio internacional brasileiro no período analisado.

## Referências

- APPLEYARD, D. R; FIELF JÚNIOR, A. J.; COBB, S. L. **Economia internacional**. 6 ed. Porto Alegre: AMGH, 2010.
- AZEVEDO, A. F. Z. de; PORTUGAL, M. S.; BARCELLOS NETO, P. C. F. de. Impactos comerciais da Área de Livre Comércio das Américas: uma aplicação do modelo gravitacional. **Revistade EconomiaContemporânea**,v. 10, n. 2, p. 237-267, 2006 . Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-98482006000200002&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-98482006000200002&lng=en&nrm=iso)>.Acesso em: 6 maio2013.
- BENEDICTIS, L. de; TAGLIONI, D.**The GravityModelIn International Trade**. [S.l., 2011]. Disponível em: <[http://works.bepress.com/cgi/viewcontent.cgi?article=1019&context=luca\\_de\\_benedictis](http://works.bepress.com/cgi/viewcontent.cgi?article=1019&context=luca_de_benedictis)>.Acesso em: 25 abr. 2013.
- BRUE, S. L. **História do pensamento econômico**. São Paulo: Thomson, 2005.
- CARVALHO, M.<sup>a</sup> A.; SILVA, C. R. L.da.**Economia Internacional**.2.ed. São Paulo: Saraiva, 2003.
- COUTINHO, E. S.; LANA-PEIXOTO, F. de V.; RIBEIRO FILHO, P. Z.; AMARAL, H. F. De Smith a Porter: um ensaio sobre as teorias de comércio exterior. **Revista de Gestão USP**,v. 12, n. 4, p. 101-113, 2005. Disponível em <[http://introeco.pbworks.com/f/Rev+gest%C3%A3o\\_USP.pdf](http://introeco.pbworks.com/f/Rev+gest%C3%A3o_USP.pdf)>. Acesso em 31 maio 2013.
- FLACH, L. **Uma análise em modelo gravitacional para os determinantes do investimento direto externo no Brasil**. [S.l. [21--]]. Disponível em: <<http://www.cofecon.org.br/dmdocuments/SPASS.pdf>>. Acesso em: 21maio 2013.
- GONÇALVES, R.; BAUMAN, R.; CANUTO, O.;PRADO, L. C. D. **A nova economia internacional: uma perspectiva brasileira**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.
- GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C.; **Econometria Básica**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.
- HUNT, E. K.; SHERMAN, H. J. **Historia do pensamento econômico**. 19. ed. Petrópolis: Vozes, 2000.
- KRUGMAN, Paul; OBSTFELD, Maurice; **Economia Internacional:teoria e política**. 5. ed. São Paulo: Makron Books, 2001.
- \_\_\_\_\_.**Economia Internacional:teoria e política**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.



LACERDA, A. C.; BOCCHI, J. I.; REGO, J. M.; BORGES, M.<sup>a</sup> A.; MARQUES, R. M.<sup>a</sup>. **Economia brasileira**. 4.ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

MACHADO, A. **Modelos gravitacionais**:falaciosos ou fundamentados? Lisboa, [21--]. Disponível em: <<http://fesrvsd.fe.unl.pt/WPFEUNL/WP1996/wp284.pdf>>. Acesso em: 21 maio 2013.

MAGALHÃES FILHO, F. de B. B.de.**História Econômica**. 11. ed. São Paulo: Saraiva, 1987.

MORAIS, C. M. L.; MARRA,V. A evolução da estrutura do comércio exterior.**Revista IDEA**, v. 2, n.1, p. 65-78, 2010, Disponível em:<<http://esamcuberlandia.com.br/revistaidea/index.php/idea/article/view/23/23>> . Acesso em: 31maio 2013.

REZENDO FILHO, C. de B. **História Econômica Geral**. 9.ed. São Paulo: Contexto, 2008.

SANDRONI, P.**Novíssimo dicionário de economia**. 2. ed. São Paulo: Editora Best Seller, 1999.

SILVA, O. M. da; ALMEIDA, F. M. de; OLIVEIRA, B. M. de. Comércio internacional "x" intranacional no Brasil: medindo o efeito-fronteira. **Nova Economia**,v. 17,n. 3, p. 427-439, 2007. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-63512007000300003&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-63512007000300003&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 6 maio 2013.

SMITH, A. **Uma investigação sobre a natureza e causas da riqueza das nações**. 2. ed. São Paulo: Hemus, 1981.

SOUZA, M. J. P. de; BURNQUIST, H. L. Impactos da facilitação de comércio: evidências do modelo gravitacional.**RevistadeEconomiae Sociologia Rural**,v. 49, n. 4, p. 909-940, 2011. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-20032011000400005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032011000400005&lng=en&nrm=iso) Acesso em 20/04/2013.