

# O MODELO DE GRAVIDADE E O EFEITO FRONTEIRA: UMA ANÁLISE DO COMÉRCIO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL COM OS PAÍSES DO BRICS

SILVIA ZANOSO MISSAGGIA<sup>1</sup>  
PAULO RICARDO FEISTEL<sup>2</sup>

## RESUMO

Esse trabalho tem por objetivo mensurar o tamanho do viés doméstico de comércio do estado do Rio Grande do Sul no período de 1999 a 2010. O tamanho do viés doméstico de comércio gaúcho foi estimado por meio do modelo de gravidade, englobando variáveis da renda, distância, população, e *dummies* de adjacência e efeito fronteira. Empiricamente o modelo foi estimado com dados em painel via MQO *pooled*, sendo que os dados de fluxos comerciais bilaterais correspondem ao comércio do estado com as unidades federativas brasileiras e para países do BRICS. O resultado encontrado para o tamanho de viés doméstico de comércio do estado do Rio Grande do Sul aponta que os fluxos comerciais do estado gaúcho com as demais unidades federativas brasileiras é cerca de 2,23 vezes maior do que os fluxos bilaterais do estado do Rio Grande do Sul com os países do BRICS.

**Palavras-chave:** Modelo de gravidade. Efeito fronteira. Rio Grande do Sul.

## ABSTRACT

This dissertation is intended to measure the size of the home bias of commerce of the state of Rio Grande do Sul from 1999 to 2010. The size of the domestic bias gaucho trade was estimated using a gravity model, encompassing variables such as income, distance, population, and dummies adjacency and border effect. Empirically, the model was estimated with panel data via pooled OLS, and the data of bilateral trade flows correspond to trade status with the Brazilian federal units and the BRICS countries. The results found for the size of home bias of commerce of the state of Rio Grande do Sul via OLS indicates that trade flows gaucho state with the other Brazilian federative units is about 2.23 times larger than the state of bilateral flows Rio Grande do Sul with the BRICS countries.

**Key-words:** Gravity Model. Border Effect. Rio Grande do Sul.

**Área 7: Economia Internacional**

**Classificação JEL: F 13**

---

<sup>1</sup> Mestre em Economia pelo PPGE&D/UFSM. Professora Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul- IFRS.

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Economia e do Programa de Pós-Graduação em Economia e Desenvolvimento (PPGE&D) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). E-mail: prfeistel@gmail.com.br

## 1. INTRODUÇÃO

A atual dinâmica de comércio mundial é favorecida pela elevada redução de custos dos meios de transportes e de comunicações, bem como o aumento do número de acordos comerciais, sugerindo que a importância das fronteiras entre os parceiros comerciais tenham diminuído significativamente.

A participação dos países do BRICS<sup>3</sup> no comércio mundial tem sido crescente. O comércio exterior desses países com o resto do mundo passou de US\$ 1 trilhão, em 2002, para cerca de US\$ 5,9 trilhões, em 2011. Aliado ao crescimento da participação no comércio mundial está o aumento da participação no PIB, que na década de 90 encontrava-se no patamar de 8 %, valor que mais que dobrou na década seguinte ultrapassando a casa dos 20% em 2012.

As mudanças do cenário do comércio internacional, assim como o Brasil, foram acompanhadas pelo Estado do Rio Grande do Sul. Em 2003, o estado gaúcho foi o segundo principal exportador do país, atrás apenas de São Paulo, mas em 2008 foi ultrapassado por Minas Gerais e Rio de Janeiro, fechando o ano de 2010 com uma participação de 7,63% e a 4ª posição no *ranking* dos estados exportadores brasileiros.

Como acontece em nível mundial e para o Brasil. No estado do Rio Grande do Sul o dinamismo econômico do BRICS está alçado pela pujança da economia chinesa, que apresenta uma trajetória de crescimento contínuo, com elevação na participação nas exportações gaúchas de cerca de dez vezes entre 1999 e 2012, com aumento da participação relativa de 1,72% para 16,45%<sup>4</sup> no total exportado pelo estado, sendo a China o principal destino das exportações em nível mundial desde o ano de 2009.

No que se refere ao comércio intranacional o estado gaúcho tem como principal parceiro comercial o estado de São Paulo (ao qual destinou 48% das compras e 37% das vendas no período de 1999 a 2011), seguido pelo estado de Santa Catarina (13,52% das compras e 15,08% das vendas) e pelo estado do Paraná (12,31% das compras e 11,08% das vendas)<sup>5</sup>.

As barreiras para os fluxos de comércio sejam elas oficiais, informais, tarifárias ou não tarifárias, geralmente adicionam um custo ao comércio internacional que não se observa para o comércio intranacional sendo esse custo chamado de viés doméstico de comércio, ou efeito fronteira. Segundo Leusin Jr. (2008) esses custos podem ser inerentes à diferença de gostos entre as populações, que por sua vez pode ser originada pela diferença de renda *per capita* entre as economias, ou ainda, por diferenças na língua e cultura, ou de política comercial. Para Farias e Hidalgo (2012) os fatores que diminuem o comércio tanto em escala internacional como nacional constituem um desafio a ser enfrentado pelos países, em particular os países que apresentam disparidades regionais significativas, como é o caso do Brasil.

Assim, o interessante uso de mensuração do comércio ocorre, também pela importância atual do efeito fronteira e limites de blocos comerciais para a determinação de

---

<sup>3</sup> Jim O'Neill em seu *paper* previu que as economias do G7, incluindo Japão, Reino Unido e Estados Unidos não seriam mais as grandes potências econômicas mundiais. Na nova era de globalização, as economias emergentes BRICs, ultrapassariam as principais economias do Ocidente. Considerando cenários com diferentes conversões de projeções futuras do PIB, O'Neill (2001) evidenciou que o peso relativo dos BRICs aumentaria de 8% para 14,2% (PIB em dólares correntes), ou passaria de 23,3% para 27,0% (PIB em Paridade do Poder de Compra(PPP)). Em cada um dos cenários o aumento de peso do grupo encontrado é liderado pela China, mas com crescimento de Brasil, Rússia e Índia em detrimento aos países do G-7(O'NEILL, 2001)

<sup>4</sup> Fonte MDIC.

<sup>5</sup> Fonte SEFAZ/RS

fluxos de comércios e em particular mudanças potenciais prometidas por efeitos de integração (SENNE PAZ, 2003).

Para medição do efeito fronteira ou tamanho do viés doméstico de comércio, a literatura econômica faz ampla utilização do modelo de gravidade. O modelo de gravidade postula que o comércio entre dois países é diretamente proporcional ao produto de seus PIBs e inversamente proporcional a distância entre eles. A equação da gravidade, portanto, controla as variáveis que determinam os fluxos bilaterais de comércio entre estados/países, como renda, distância, e permite a estimação do efeito fronteira de comércio, através da inclusão de uma variável *dummy* ao modelo que capta o efeito adicional de comércio específico a cada par de países.

O trabalho precursor para a estimação do efeito fronteira foi desenvolvido por McCallum (1995). O autor mensurou o tamanho do viés doméstico de comércio existente entre o Canadá e os Estados Unidos.

No Brasil a análise para estimação do efeito fronteira foi inicialmente desenvolvida por Hidalgo e Vergolino (1998), os autores estimaram o tamanho do viés doméstico de comércio do Nordeste e o coeficiente encontrado indicou que esta região comercializava 11,5 vezes mais intranacionalmente do que com o resto do mundo.

Em geral os resultados de trabalhos do efeito fronteira do Brasil evidenciam o forte viés para o comércio intranacional. Silva et al. (2007) encontrou um viés doméstico de comércio para o Brasil de 37,7, Daumal e Zignago (2005) de 33, resultado semelhante foi encontrado por Leusin Jr. e Azevedo (1999) de 33,1. Entre as principais características apontadas na literatura para esse viés destacam-se o baixo grau de substituição entre produtos nacionais e estrangeiros, as elevadas barreiras ainda existentes no comércio internacional, o tamanho do território e da população brasileira, e as distâncias em relação aos principais mercados. Também cabe destacar, que o efeito fronteira difere significativamente entre as regiões brasileiras, sendo mais elevado nas regiões Norte e Nordeste e menor nas regiões Sul e Sudeste, indicando que os fluxos comerciais destas regiões tem um maior grau de abertura para o exterior. Especificamente no caso do Rio Grande Sul, Leusin Jr. et al. (2013) encontraram um viés doméstico de comércio de cerca de 2,07.

Considerando o aumento da importância dos países do BRICS no comércio mundial, bem como o aumento da participação do estado do Rio Grande do Sul no intercâmbio comercial com estes países, o objetivo deste trabalho é analisar o efeito fronteira dos fluxos de comércio do estado do Rio Grande do Sul com os países do BRICS no período de 1999 a 2010. A saber, qual é o tamanho do viés doméstico de comércio do estado do Rio Grande do Sul em comparação com comércio realizado pelo estado com os países do BRICS?

A fim de atingir tal propósito utilizar-se-á a abordagem econométrica do modelo gravitacional, que mensura o tamanho do viés doméstico intranacional vis-à-vis o comércio internacional. O modelo incorpora além de variáveis tradicionais como Produto Interno Bruto dos estados e países da amostra, distância, tamanho populacional, *dummy* de adjacência, e *dummy* de efeito fronteira.

Além desta introdução o presente estudo está estruturado da seguinte forma: na segunda seção é caracterizado o comércio do Rio Grande do Sul com os BRICS países do BRICS e com os demais estados brasileiros. A terceira seção contempla em seu bojo a consistência teórica e a aplicabilidade do modelo de gravidade. A quarta seção trata da metodologia e a quinta seção é realizada a análise e discussão dos resultados. Por fim, na sexta seção é feita as considerações finais.

## 2. O Recente Comércio Intranacional e Internacional do Rio Grande do Sul

O estado do Rio Grande do Sul é considerado como uma das unidades federativas brasileiras que apresentam elevado grau de abertura ao comércio exterior<sup>6</sup>. De acordo com dados apresentados pelo Boletim Regional do Banco Central (2013) o Rio Grande do Sul apresenta um grau de abertura superior ao do Brasil durante todo período de 2000 a 2012, com média de 27,1% do PIB, enquanto que para o Brasil a média do grau de abertura da economia é de 21,4%.

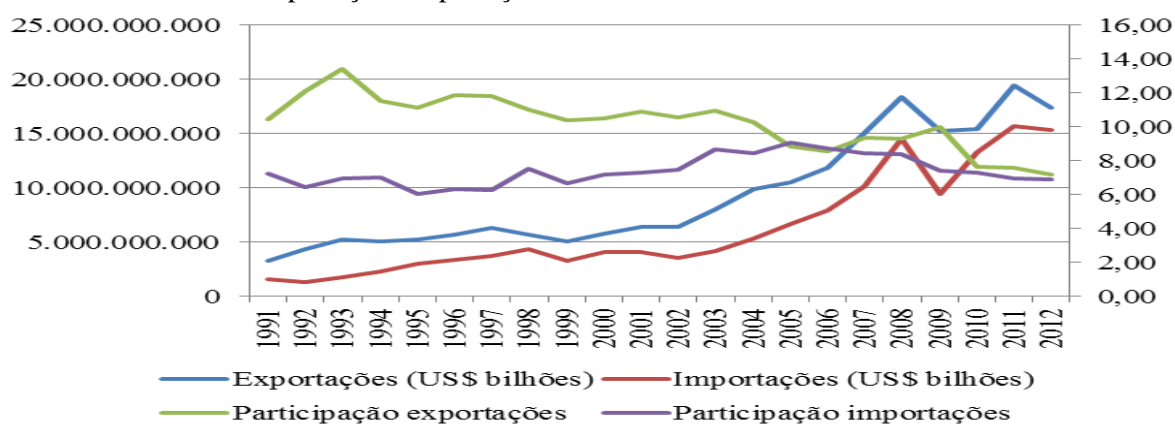
Para Lamas (2007) a tradição agrícola, a qualidade da mão de obra, a relevância do produto industrial e a localização fronteiriça são alicerces que sustentam a assertiva que o desempenho da economia gaúcha é significativamente influenciado por seu comércio exterior.

Segundo os dados do MDIC, de 2003 até o ano de 2007, o Rio Grande do Sul foi o terceiro maior estado exportador do País atrás apenas de São Paulo e Minas Gerais, posição inferior à ocupada na década de 90 em que o estado era o segundo no ranking nacional exportador atrás apenas de São Paulo. A partir de 2008 a 2011, o estado o Rio Grande do Sul oscila entre a terceira posição e quarta posição do ranking de exportador nacional ao ser ultrapassado pelo Rio de Janeiro, mas sem recuperar a posição de segundo maior exportador brasileiro que anteriormente ocupava.

Em 2012, o estado foi ultrapassado pelo Paraná, caindo para o quinto lugar no ranking dos maiores estados exportadores com 7,17% de participação, estando São Paulo em primeiro (25,37%), Minas Gerais em segundo (13,78%), Rio de Janeiro em terceiro (11,86%), o estado do Paraná em quarto lugar (10,57%), (dados do MDIC).

O volume de exportações e importações do Rio Grande do Sul, bem como a participação relativa destas no volume de exportações e importações brasileiras no período que se estende de 1991 a 2012 é evidenciado na Figura 1. Como pode ser observado, foi a partir do ano 2000, que houve maior crescimento tanto do setor exportador como do setor importador do estado gaúcho. O volume de exportações evoluiu aproximadamente 3 vezes no período de 2000 a 2012 (passando de US\$ 5 bilhões para US\$ 17 bilhões). Houve queda das vendas externas no ano de 2009 de 17,13% do volume de exportações, ano em que o estado sentiu os efeitos da crise financeira internacional, mas recuperou-se nos dois anos seguintes, alicerçado pela expansão mundial da China, que impulsionou a demanda por produtos básicos.

Figura 1- Volume e participação nas exportações/importações do Rio Grande do Sul e nas exportações/importações brasileiras, 1991 a 2012



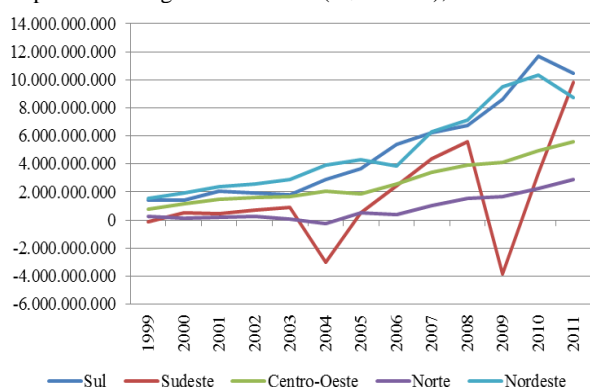
Fonte: Elaboração da autora a partir de dados do MDIC.

<sup>6</sup> O grau de abertura de uma economia é definido como a relação entre a corrente de comércio e o PIB. (Boletim Regional do Banco Central).

A corrente de comércio do Rio Grande do Sul com a África do Sul não apresenta uma trajetória estável no período de 1989 a 2012, alternando períodos de crescimento e diminuição da corrente de comércio. Grosso modo, pode-se inferir que partir dos anos 2000 o volume de transações comerciais aumentou em torno de 4 vezes, passando de US\$ 41 milhões em 1999 para US\$ 256 milhões em 2007. No entanto, a participação do comércio bilateral do Rio Grande do Sul com a África do Sul é um dos menores em relação aos outros países do BRICS, situando-se no intervalo de 0,5 % e 1,4% de participação no global da corrente de comércio gaúcha. Durante os anos 90, o saldo comercial foi deficitário nos anos de 1989, 1993, 1995 e 1997, nos outros anos apresentou-se superavitário. (Ver Figura 1)

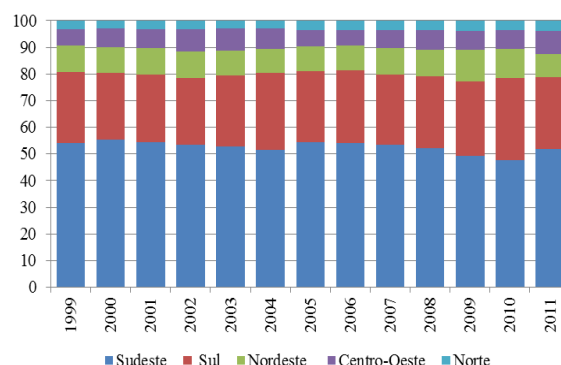
O saldo da balança comercial do estado do Rio Grande do Sul considerando as macrorregiões brasileiras como mostra a Figura 2, apresenta um superavitário em todo período de análise, exceto para a região Sudeste nos anos de 1999, 2004 e 2009. Considerando as relações de comércio interestaduais, a diferença entre os fluxos de entrada e os fluxos de saída, é deficitário em todo período de análise para o estado do Amazonas (média de R\$ 689 milhões) com maior intensificação nos anos de 2004 e 2006, Bahia em 2006, Mato Grosso (2004 a 2006), Paraná (2003), e o estado de São Paulo (1999 a 2005, e 2009 a 2011).

Figura 2 - Saldo da balança comercial Rio Grande do Sul por Macrorregiões brasileiras (R\$ bilhões), 1999 a 2011



Fonte: Elaborado pelo autores. Dados da SEFAZ/RS

Figura 34- Exportações Rio Grande Sul para as Macrorregiões brasileiras, 1999 a 2011



Fonte: Elaborado pelo autores. Dados da SEFAZ/RS.

A Figura 3, mostra a participação das macrorregiões brasileiras nos fluxos de saída de bens e serviços do estado do Rio Grande do Sul. O maior destino das exportações gaúchas é a região Sudeste, com uma magnitude de mais de 50% do total exportado pelo estado, seguido pela região Sul (27%), Nordeste (9,8), Centro-Oeste (7,2%) e Norte (3%). Considerando os fluxos de comércio interestadual o estado de São Paulo é o maior destino das exportações gaúchas com média de 37% das vendas do estado do Rio Grande do Sul no período de 1999 a 2011, seguido por Santa Catarina (15,08%), Paraná (11,8%), Rio de Janeiro (7,68%), Minas Gerais (6,45%) e Bahia (3,03%). Os demais estados possuem proporções médias abaixo de 2% de participação nas exportações do estado do Rio Grande do Sul.

Com relação aos países do BRICS, esses apresentam participação relativa crescente na corrente de comércio gaúcho. Durante o período de 1999 a 2012 o comércio passou de US\$ 271 milhões para US\$ 4,9 bilhões, um aumento de mais de 18 vezes do volume transacionado. As exportações evoluíram em torno de 22 vezes, passando de US\$ 158 milhões em 1999 para US\$ 3,4 bilhões em 2012, em termos relativos a participação do país do BRICS nas exportações gaúchas passou de 3,16 % em 1999 para cerca de 20 % a partir do ano de 2009. Já o volume de importações aumentou 9 vezes entre 1999 e 2008, com retração em 2009, mas crescendo nos anos seguintes, a participação relativa dos países do BRICS nas

compras gaúchas passou de 3,45% em 1999 para cerca de 9,94% em 2012. A Figura 7 mostra a evolução da participação dos países do BRICS na corrente de comércio, exportações e importações do estado no período de 1999 a 2012.

Dado a relevância da participação dos países BRICS no volume de exportações e importações do estado do Rio Grande do Sul, a seguir é apresentado as relações bilaterais de comércio do estado com os membros do agrupamento, a saber: Rio Grande do Sul- Rússia, Rio Grande do Sul-Índia, Rio Grande do Sul- China, Rio Grande do Sul- África do Sul.

Figura 5 – Volume e participação relativa de exportações e importações do Rio Grande do Sul com Rússia; Índia; China e África do Sul, 1989 a 2012

Figura 5.a) RIO GRANDE DO SUL E RÚSSIA

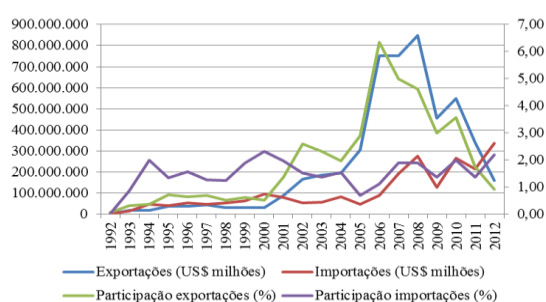


Figura 5.b) RIO GRANDE DO SUL E INDIA

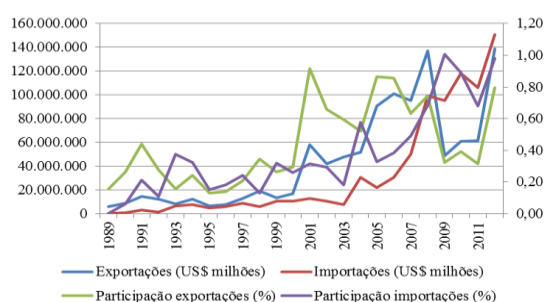


Figura 5.c) RIO GRANDE DO SUL X CHINA

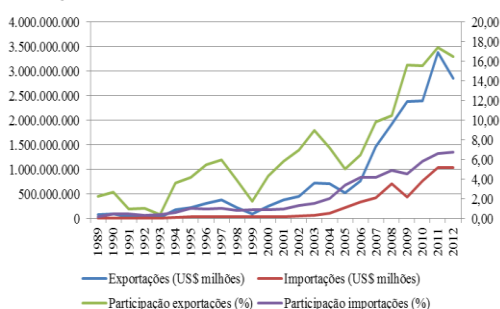
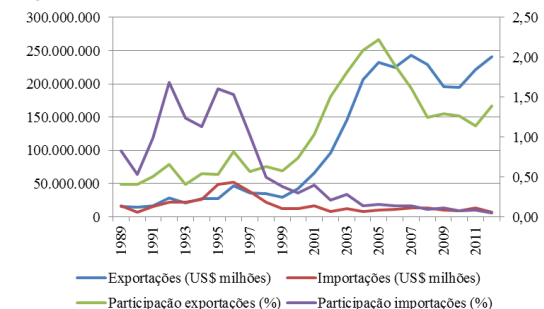


Figura 5.d) RIO GRANDE DO SUL X AFICA DO SUL



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do MDIC.

As relações comerciais bilaterais entre o estado do Rio Grande do Sul e a Rússia iniciaram-se na década de 90. No ano de 1992, a Rússia teve uma participação de 0,04 % no volume de comércio exterior gaúcho. Este montante elevou-se gradualmente até atingir o valor máximo de participação no comércio em 2006, de 4,25%. A trajetória do volume de exportações e importações oriundas da Rússia no período de 1992 a 2012 bem como sua participação relativa no comércio global do Rio Grande do Sul é mostrada na Figura 5.a.

A Figura 5.b mostra a com a Índia, as relações comerciais são as que apresentam menores participações relativas em relação aos demais países do BRICS. Durante o período de análise, não há um padrão definido de participação relativa da corrente de comércio. Em termos de valores esta oscilou entre 0,10% e 0,90%, com pico máximo no ano de 2012, onde a corrente de comércio alcançou a casa dos US\$ 289 milhões, valor aproximadamente 10 vezes superior ao alcançado em 2000 de US\$ 27 milhões. No que se refere ao saldo comercial pode se dividir em dois períodos: 1989 a 2012: superavitário, apesar de apresentar comportamento flutuante, e de 2009 a 2012: deficitário.

As relações comerciais bilaterais entre o Rio Grande do Sul e a China, são evidenciadas na Figura 5.c. A trajetória de exportações para a China apresenta comportamento crescente durante o período de análise, assim como as importações oriundas

da China, porém em magnitude inferior. O volume da pauta de exportações cresceu aproximadamente 4 vezes entre os anos de 1989 e 1997, passando de US\$ 83 milhões para US\$ 376 milhões, entretanto houve queda nos dois anos seguintes. A partir do ano 2000, a economia recuperou-se e o crescimento do volume de exportações foi de cerca de 14 vezes, de US\$ 249 milhões em 2000 perpassando a casa de US\$ 3 bilhões em 2012. Neste mesmo período a participação das exportações para a China nas exportações globais gaúchas cresceu de forma dinâmica de 4,31% em 2000 alcançando 17,41% em 2011.

A corrente de comércio do Rio Grande do Sul com a África do Sul não apresenta uma trajetória estável no período de 1989 a 2012, alternando períodos de crescimento e diminuição da corrente de comércio. Conforme mostra a Figura 5.d, a grosso modo, pode-se inferir que partir dos anos 2000 o volume de transações comerciais aumentou em torno de 4 vezes, passando de US\$ 41 milhões em 1999 para US\$ 256 milhões em 2007. No entanto, a participação do comércio bilateral do Rio Grande do Sul com a África do Sul é um dos menores em relação ao dos outros países do BRICS, situando-se no intervalo de 0,5 % e 1,4% de participação no global da corrente de comércio gaúcha. Durante os anos 90, o saldo comercial foi deficitário nos anos de 1989, 1993, 1995 e 1997, nos outros anos apresentou-se superavitário.

### **3. Breve Revisão Teórica e Empírica do Modelo de Gravidade**

Os Modelos Aplicados de Equilíbrio Geral retratam o funcionamento de uma economia por meio das relações matemáticas de comportamento dos agentes econômicos, nos diversos mercados de bens, serviços e fatores de produção, sendo muito úteis para captar as relações entre os agentes econômicos nos diversos mercados e examinarem os efeitos diretos e indiretos advindos de alterações nas políticas públicas, como choques tarifários, modificações nas alíquotas de impostos e/ou subsídios e mesmo alterações de natureza tecnológica (SADOULET; De JANVRY, 1995).

Estes modelos foram formulados segundo a teoria walrasiana de mercados competitivos, e na década de 70, iniciou-se a incorporação de questões como economias de escala e competição imperfeita, como um desenvolvimento da economia internacional através do desenvolvimento dos trabalhos de Helpman e Krugman (1985).

Helpman e Krugman (1985) desenvolveram um modelo de equilíbrio geral, que deu fundamentação teórica sólida ao modelo gravitacional. É um modelo 2x2x2 (dois países, dois fatores de produção e dois bens), facilmente generalizável para vários países, bens e fatores, e possui três casos alternativos: i) ambos os bens são homogêneos, ii) um bem é homogêneo mas o outro contém produtos diferenciados; e, iii) ambos os bens são diferenciados. No primeiro caso a dimensão relativa dos países não tem qualquer influência no volume de comércio enquanto nos casos ii) e iii) ela é determinante. A diferenciação de produtos e economias de escala internas à empresa introduz incentivo para além daqueles que se obtêm com dotações fatorais relativas diferentes, com isso a dimensão relativa dos países tem influência direta no volume de comércio. Já os custos de transporte conduzem ao enfraquecimento das relações comerciais que se estabelecem entre os países.

Tinbergen (1962) classificou os fatores que definem os tamanhos dos fluxos de comércio entre dois países em três conjuntos. O primeiro inclui os fatores relacionados ao total de oferta potencial dos países exportadores. O segundo conjunto inclui os fatores relacionados ao total de demanda potencial dos países importadores. Estes fatores principais eram basicamente determinados pelo tamanho do PIB dos países exportadores ( $Y_i$ ) e PIB dos países importadores ( $Y_j$ ). O terceiro conjunto de fatores se relaciona aos fatores naturais e artificiais que impõe obstáculos para o comércio ( $A$ ). A resistência natural foi definida como sendo os obstáculos impostos pela natureza, como custos e tempo de transporte, horizonte



econômico e distância psicológica, já a resistência artificial é dada pelas tarifas, quotas, controles de exportação e salvaguarda.

Posteriormente, Linneman (1966) utilizou a equação da gravidade similar a de Tinbergen (1962), incluindo no conjunto das variáveis explicativas, os tamanhos populacionais dos dois países envolvidos, de modo a refletir o papel das economias de escala. A equação proposta é expressa por (1):

$$X_{ij} = a_0(Y_i)^{a1}(Y_j)^{a2}(N_i)^{a3}(N_j)^{a4}(Dist_{ij})^{a5}(e_{ij}) \quad (1)$$

Onde:  $X_{ij}$ : valor nominal das exportações do país  $i$  para o país  $j$ ;

$Y_i$  e  $Y_j$ : valor nominal do PIB do país  $i$  e  $j$ , respectivamente;

$N_i$  e  $N_j$ : população do país  $i$  e  $j$ , respectivamente;

$Dist_{ij}$ : distância entre os centros comerciais dos dois países, utilizada como uma *proxy* para as variáveis de resistência ao comércio;

$e_{ij}$ : o termo de erro.

No entanto, os modelos iniciais receberam críticas quanto à sua fundamentação teórica, pois esta carecia de integração com a teoria de comércio internacional. A fim de preencher essa lacuna, posteriormente foram desenvolvidos vários trabalhos, entre eles pode-se citar Anderson (1979), Bergstrand (1985 e 1989), Deardorff (1998), Feenstra, Markusen e Rose (1998), Anderson e Van Wincoop (2003), entre outros.

A equação da gravidade tem sido um dos métodos mais utilizados em economia internacional para explicar diferentes questões relacionadas aos fluxos de comércio entre os países, sendo considerado o “*workhorse*<sup>7</sup> of empirical studies of this question to the virtual exclusion of other approaches”. (EICHENGREEN; IRWIN, 1998). Entre tais aplicabilidades destacam-se efeitos de instituições tais como uniões aduaneiras, mecanismos de taxa de câmbio, custos de transporte, investimento direto estrangeiro, vínculos étnicos, identidades linguísticas e fronteiras internacionais. Esta seção tem por objetivo principal fazer uma revisão de literatura a respeito das principais aplicabilidades do modelo de gravidade com maior ênfase sob a estimação do efeito fronteira.

Em economia internacional, o chamado “efeito fronteira” é definido como a redução no volume de comércio devido ao cruzamento de uma fronteira política. Isto é mensurado pela diferença entre os fluxos de comércio esperados e os fluxos de comércio observados do país local que foram destinados ao país estrangeiro. Do ponto de vista do consumo este fenômeno pode ser também exposto como o viés de consumo em favor de bens produzidos domesticamente e contra bens produzidos no estrangeiro, o efeito de viés doméstico (SENNE PAZ, 2003).

Wall (2000) afirma que o viés doméstico é uma medida do grau em que os mercados são segmentados por fronteiras internacionais. Por outro lado, Wei (1996) define viés doméstico como “excesso de importação realizada por um país de si mesmo em relação à sua importação de outros países depois de controladas as variáveis tamanho do país importador e exportador, distâncias bilaterais, localização em relação ao resto do mundo e se partilha uma fronteira comum ou linguagem. Essa medida reflete contribuições ao comércio de barreiras tarifárias e não tarifárias, mas também, incluem outras variáveis de controle que distingue barreiras de comércio intranacional de barreiras de comércio internacional”.

Logo, existem dois enfoques para a análise do efeito fronteira: o enfoque internacional, quando se analisa os impactos das fronteiras nacionais sobre o comércio internacional de um país, e intranacional, que analisa os impactos das fronteiras estaduais

---

<sup>7</sup> Conforme Modolo (2012) a expressão é empregada como uma analogia ao trabalho versátil do “burro de carga” que era utilizado para o transporte de praticamente qualquer tipo de carga, ao passo que o modelo gravitacional é empregado para analisar uma série de fenômenos na área de comércio internacional.



sobre o padrão de comércio nacional e internacional de um país. Portanto, o comércio intranacional é constituído de fluxos de comércio intraestaduais e interestaduais. (LEUSIN Jr., 2008).

O viés de comércio doméstico em relação ao comércio internacional pode ser causado pelas diferenças de gostos entre as populações, renda, distância, diferenças culturais, ou de política comercial. Para Anderson e Smith (1999) as possíveis causas para a existência de efeito fronteira podem incluir fatores comerciais como exposição a taxa de câmbio, vulnerabilidade para proteção contingente ( medidas antidumping, direitos compensatórios e salvaguardas), a existência e a natureza de redes comerciais dentro de indústrias oligopolistas, consumo de produtos diferenciados por origem e adição de barreiras tarifárias e outras medidas protecionistas que podem reduzir o comércio.

A estimação econométrica seminal do efeito fronteira foi realizada por McCallum (1995). Posteriormente outros autores, revisaram e refinaram seu modelo: Wei (1996), Heliwell (1998), Anderson e Smith (1999), Wolf (2000), Anderson e Van Wincoop (2003).

No Brasil o trabalho pioneiro de aplicação do efeito fronteira foi desenvolvido por Hidalgo e Vergolino em 1998. Os autores analisaram os fluxos de comércio entre os estados brasileiros, especialmente os estados do Nordeste: Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia. Foram estimados dois efeitos de fronteira: o primeiro é o efeito fronteira entre os estados brasileiros e os países estrangeiros, isto é, o efeito fronteira no sentido de McCallum (1995).

Sá Porto (2002) avalia o impacto do Acordo de Comércio Preferencial MERCOSUL nas regiões do Brasil por meio de um modelo de gravidade estendido, com a inclusão de variáveis *dummies* para o Brasil e para o MERCOSUL, para os anos de 1990, 1994 e 1998. No primeiro modelo estimado o autor utiliza apenas uma variável *dummie* para o MERCOSUL, similar ao estimado por Aitken (1973), para os anos de 1990 e 1998. Os principais trabalhos na literatura internacional e nacional que tratam do efeito fronteira podem ser sumarizados pelo abaixo:

Quadro 1 - Resultados e variáveis utilizadas no modelo gravitacional na estimação do efeito fronteira

Autores	Período	Região analisada	Dimensão	Observações	Método	R <sup>2</sup>
McCallum (1995)	1988	(Canadá-EUA)	22	683	MQO	0,8
Helliwell (1998)	1988-1990	(Canadá-EUA)	20	677	MQO	0,8
Wolf (2000)	1993	(entre os estados dos EUA)	3,28	2137	MQO	0,8
Nitsch (2000)	1979	(UE-mundo)	10	972	SUR	0,9
Anderson e Wincoop (2003)	1993	(Canadá-EUA)	16,4	589	SUR	0,7
	1993	(EUA-Canadá)	1,5	589	SUR	0,8
Gil-Pareja et al. (2005)	1995-1998	(Regiões espanholas-mundo)	9 até 59	3808	Efeitos Fixos	0,7
Daumal e Zignago (2005)	1991	(Brasil-Mundo)	17,04	2249	Efeitos Fixos	0,7
	1999	(Brasil-Mundo)	32,05	2441	Efeitos Fixos	0,7
Hidalgo e Vergolino (1998)	1991	(Nordeste-Mundo)	11,5	461	MQO	0,6
	1991	(Nordeste-Brasil)	1,75	461	MQO	0,6
Silva et al. (2007)	1999	(Brasil-Mundo)	37,7	1334	MQO	0,7
Leusin Jr e Azevedo (2009)	1999	(Brasil-Mundo)	33,1	1782	MQO/Tobit	0,65
Farias e Hidalgo (2012)	2006	Inter: Nordeste- Mundo	589,92	693	Efeitos Fixos	0,42
		Brasil+MERCOSUL	1074,91	693	Efeitos Fixos	0,44
		Inter:Norte-Mundo	1118,8	538	Efeitos Fixos	0,61
		Intra: Norte-Mundo	1,9	538	Efeitos Fixos	0,61
		Sul+Sudeste-Mundo	3,0	539	Efeitos Fixos	0,73
		Intra:Brasil+MERCOSUL	14,15	539	Efeitos Fixos	0,79
Leusin Jr et al. (2013)	1997-2002	Rio Grande do Sul-Mundo	2,07	432	MQO <i>pooled</i>	0,69
			N/S	432	MQO <i>cluster</i> .	0,70
			N/S	432	Efeitos Fixos	0,12
			N/S	432	Efeitos Aleatórios	0,69

Fonte: Leusin Jr. (2009) adaptado pelos autores. N/S: Não significativo.

Como pode ser observado, os trabalhos apresentados evidenciam que as fronteiras estaduais e nacionais ainda representam um significativo custo adicional de comércio. Os resultados para o efeito fronteira brasileiro mostram-se muito semelhantes, evidenciando o forte viés para o comércio intranacional. Entre as principais características apontadas na literatura para esse viés destacam-se o baixo grau de substituição entre produtos nacionais e estrangeiros, as elevadas barreiras ainda existentes no comércio internacional, o tamanho do território e da população brasileira, e as distâncias em relação aos principais mercados. Também cabe destacar, que o efeito fronteira difere significativamente entre as regiões brasileiras, sendo mais elevado nas regiões Norte e Nordeste e menor nas Regiões Sul e Sudeste, indicando que os fluxos comerciais destas regiões tem um maior grau de abertura para o exterior.

#### 4. Método e Natureza dos Dados

Modelos de dados em painel examinam efeitos de grupo (específico-indivíduo), efeitos de tempo, ou ambos, de modo a lidar com a heterogeneidade ou efeitos individuais que pode ser observada ou não. (PARK, 2011). Estes efeitos podem ser fixos ou aleatórios. O modelo de efeitos fixos examina se o intercepto varia entre os grupos ou período de tempo, enquanto o efeito aleatório explora as diferenças nos componentes da variância do erro entre indivíduos ou período de tempo.

Uma regressão com dados de painel difere de uma regressão *time-series* ou *cross-section*, na medida em que possui um duplo subscrito sob suas variáveis, (BALTAGI, 2005), ou seja:

$$y_{it} = \alpha_{it} + \sum_{k=1}^K \beta_{kit} x_{kit} + u_{it} \quad (2)$$

Onde:  $i$ : representa a  $i$ -ésima unidade de corte transversal e,  $t$ :  $t$ -ésimo período de tempo.

Dada as  $N$  unidades de corte transversal e  $T$  períodos de tempo, o número de observações é dado por  $N \times T$ . Existem  $K$  regressores em  $x_{it}$ . A variável  $y$  deve ser explicada em termos das  $K$  variáveis independentes ( $x_1, \dots, x_k$ ); e os parâmetros a serem estimados são  $\alpha_{it}$  e  $\beta_{kit}$ , e  $u$  é o termo de resíduo.

De acordo com Lelis (2010) uma das vantagens dos dados de painel é a qualidade de estabelecer o comportamento heterogêneo nas unidades de corte do modelo a ser estimado, podendo esta estar localizada nos parâmetros ou na estrutura dos resíduos. Baltagi (2005) propõe um modelo linear com dados em painel com erros compostos. De acordo com Lelis (2010) a ideia dessa caracterização encontra-se em inserir no interior do resíduo não observado um efeito específico para cada unidade de corte, assim os distúrbios não observados incorporam dois elementos:  $\mu_i$ : efeito individual não-observado invariante no tempo; e  $v_{it}$ : termo de perturbação não-observado, variante no tempo e entre os indivíduos. Ao se estimar parâmetros únicos em todas as unidades de corte têm-se:

1.  $\alpha_{it} = \alpha$  e  $\beta_{kit} = \beta$ , para todo  $i$  e  $t$ ;
2.  $u_{it} = \mu_i + v_{it}$ ,  $v_{it} \sim i.i.d(0, \sigma_v^2)$

A especificação dinâmica do termo  $\mu_i$  conduz a definição de modelos de efeito fixo e efeito aleatório.

Greene (2007, p. 183) apresenta 4 especificações diferentes para dados de painel: a) Regressão *Pooled*: O termo  $\alpha$  representa apenas o intercepto, ou seja, o termo constante e o modelo por MQO irá gerar estimadores consistentes e eficientes. Portanto, este modelo considera constante a relação entre os indivíduos tanto no tempo quanto no espaço,

camuflando a heterogeneidade; b) Efeitos Fixos: os efeitos individuais podem ser livremente correlacionados com os demais regressores; c) Efeitos Aleatórios: a heterogeneidade individual não observada é assumida para ser não correlacionada com as variáveis exógenas; d) Coeficientes Aleatórios: é uma especificação do modelo de efeitos aleatórios e sua estimação é estendida como um modelo com um termo aleatório constante ( $h_i$ ) e dependendo da base de dados, pode-se estender esta suposição para todos os coeficientes das diferentes unidades *cross-section*:

$$y_{it} = x_{it}'(\beta + h_i) + (\alpha + \mu_i) + v_{it} \quad (2.1)$$

Onde:  $h_i$  é um vetor aleatório que induz a variação de parâmetros entre indivíduos.

Para este estudo, o modelo contempla as variáveis tradicionais referidas na literatura, como Produto Interno Bruto, distância, tamanho populacional, *dummy* para captar o efeito de adjacência, e *dummy* para mensurar o efeito fronteira. Os fluxos bilaterais de comércio entre o estado do Rio Grande do Sul e os parceiros comerciais (unidades federativas brasileiras e países do BRICS) foram modelados como a soma das exportações do estado mais o valor absoluto das importações do parceiro comercial. Assim, a forma da equação da gravidade aplicada ao comércio utilizada para a estimação do efeito fronteira do estado do Rio Grande do Sul é baseada em Farias e Hidalgo (2012), e pode ser expressa por (2):

$$\text{Ln}T_{ijt} = \alpha + \beta_1 \text{Ln}PIB_{it} + \beta_2 \text{Ln}PIB_{jt} + \beta_3 \text{Ln}D_{ij} + \beta_4 \text{Ln}POP_{it} + \beta_5 \text{Ln}POP_{jt} + \beta_6 \text{Adj}_{ij} + \beta_7 FC + \varepsilon_{ijt} \quad (2)$$

Onde:

$\text{Ln}T_{ijt}$ : Fluxo de comércio entre do Rio Grande do Sul ( $i$ ) e um estado ou país  $j$  no ano  $t$ ;

$PIB_{it}$ : Produto Interno Bruto do estado  $i$  no ano  $t$ ;

$PIB_{jt}$ : Produto Interno Bruto do estado  $j$  no ano  $t$ ;

$D_{ij}$ : distância entre o estado  $i$  e o estado/país  $j$ ;

$POP_{it}$ : população do estado  $i$  no ano  $t$ ;

$POP_{jt}$ : população do estado  $j$  no ano  $t$ ;

$\text{Adj}_{ij}$ : variável *dummy* que assume valor 1 se os fluxos comerciais ocorrem entre o Rio Grande do Sul e um estado ou país adjacente, e 0 caso contrário;

$FC$ : variável *dummy* que assume valor 1 se o os fluxos comerciais ocorrem entre o Rio Grande do Sul e um estado  $j$  do Brasil e 0 caso contrário.

$\alpha$ ,  $\beta_1$  a  $\beta_7$ : parâmetros a serem estimados, espera-se que os parâmetros  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_6$  tenham sinal positivo, e o parâmetro  $\beta_3$  sinal negativo;

$\varepsilon_{ijt}$ : termo de erro.

A amostra de dados refere-se ao período de 1999 a 2010, e o *software* utilizado para a análise econométrica é o STATA 10.1.

O modelo foi estimado através de dados em painel, sendo que o painel de dados caracteriza-se como um painel curto ( $N > T$ ), balanceado (unidades individuais observadas em todos os períodos de tempo), painel de dados fixo (os mesmos indivíduos são observados em cada período), e estático (ausência de variáveis defasadas).

A variável dependente  $T_{ij}$  são os fluxos de comércio (exportações + importações) do estado do Rio Grande do Sul e as unidades federativas do Brasil e os fluxos de comércio do estado do Rio Grande do Sul, obtidos na SEFAZ-RS, o PIB e população das Unidades Federativas brasileiras foram obtidos no IBGE, a distância entre os estados, foi obtida no site do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT). Para os países do BRICS foram obtidos do sistema Aliceweb, PIB e população dos países do BRICS foram obtidos no banco de dados do *World Bank* e as distâncias entre Porto Alegre e o principal porto de cada país do agrupamento foram extraídas do site *Sea Distances-Voyage Calculator*.

## 5. Discussão e Análise de Resultados

Para calcular o efeito fronteira de comércio do estado do Rio Grande do Sul com os países do BRICS. Inicialmente é realizada as estimativas do modelo de gravidade. Em um segundo momento procura-se fazer uma discussão sobre a dimensão do efeito fronteira de comércio encontrado para o estado do Rio Grande do Sul, bem como discutir suas possíveis causas.

Na estimação do modelo considerando a heterogeneidade dos dados, há duas possibilidades de estimação efeitos fixos e efeitos aleatórios. Inicialmente procedeu-se a realização do teste F, teste do multiplicador de Lagrange de Breusch e Pagan e o teste de Hausman, a fim de se obter a indicação de qual estimador seria o mais apropriado. Os resultados dos testes foram:

(1) Teste F- compara a regressão *pooled* com o modelo de efeitos fixos- (Prob>F=0,0000), portanto o modelo de efeitos fixos parece ser o mais indicado;

(2) Breusch-Pagan- compara a regressão *pooled* com o modelo de efeitos aleatórios- (Prob>  $\chi^2=0,000$ ), portanto o modelo de efeitos aleatórios parece ser o mais indicado;

(3) Teste de Hausman- relação entre o modelo de efeito fixo e o modelo de efeito aleatório- (Prob>  $\chi^2=0,000$ ) indica que o modelo de efeitos fixos é o mais adequado.

No entanto Greene (2007) destaca que na modelagem por efeitos fixos qualquer variável invariante no tempo presente nos regressores irão simular o termo constante específico indivíduo, assim, os coeficientes sobre as variáveis invariantes no tempo não podem ser estimados, sendo estes incorporadas pelos interceptos de cada par de comércio. Ademais Lélis (2010) salienta que não se pode adicionar variáveis que não se alterem substancialmente no tempo entre os regressores do modelo de efeitos fixos, pois possibilitaria a presença de multicolinearidade perfeita entre as variáveis e o efeito fixo. Como no presente estudo as variáveis invariantes no tempo são a distância entre os parceiros comerciais, a variável *dummy* de adjacência e a *dummy* de efeito fronteira, a modelagem de efeitos fixos não é apropriada para atingir o propósito do presente estudo.

Dada a impossibilidade de se estimar o efeito fronteira na modelagem por efeitos fixos, optou-se pelas estimativas em dados *pooled* por Mínimos Quadrados Ordinários, por ser um método amplamente utilizado na estimação do modelo de gravidade e que produz bom ajuste dos dados na regressão, tal como em Silva et al. (2007), Leusin Jr. (2009) e Leusin Jr. et al. (2013). Sá Porto e Canuto (2004) realizaram uma análise comparativa para dados de painel em três modelos diferentes, *pooled*, efeitos fixos e efeitos fixos de primeira diferença, e os coeficientes encontrados na equação gravitacional foram semelhantes.

A Tabela 1 mostra os resultados da estimativa do modelo de gravidade para os fluxos de comércio do estado do Rio Grande do Sul com as unidades federativas brasileiras e os países do BRICS no período de 1999 a 2010. O modelo foi estimado por Mínimos Quadrados Ordinários com dados *pooled* do mais parcimonioso em termos de variáveis explicativas ao mais inclusivo, visando testar a sensibilidade dos resultados e dos coeficientes estimados das variáveis inclusas no modelo de gravidade. Obteve-se uma amostra de dados com 360 observações referentes a (12 anos x(26 estados brasileiros + 4 países do BRICS)).

Foram realizados testes para detectar problemas de multicolinearidade, heterocedasticidade e autocorrelação. Para a detecção da multicolinearidade foi utilizado o Fator Inflação de Variância (FIV). Para testar a hipótese nula de homocedasticidade dos resíduos foi utilizado o teste de Breusch-Pagan e para a detecção de autocorrelação, o teste utilizado foi o proposto por Wooldridge (2000)<sup>8</sup>, sob a hipótese nula de que não há

---

<sup>8</sup> Teste discutido por Wooldridge (2000, p. 176 e 177) e desenvolvido no Stata por Drukker (2003).

autocorrelação de primeira ordem no painel<sup>9</sup>. Os resultados encontrados apontam a presença de autocorrelação e heterocedasticidade no painel, sendo estes corrigidos por meio do comando *vce(robust)* no STATA.

Na Tabela 1 a primeira coluna mostra a versão mais simples do modelo, que considera apenas as variáveis tradicionais PIB e distância. A segunda estimativa (equação 2) considera além das variáveis tradicionais a *dummy* de adjacência. Na terceira coluna (equação 3) têm-se a inclusão da variável população e a exclusão da *dummy* de adjacência. Na quarta coluna têm-se a versão completa do modelo de gravidade incluindo todas as variáveis expressas na equação (4).

De um modo geral pode-se inferir que os resultados encontrados foram bons, com as variáveis dependentes apresentando um poder explicativo de mais de 90% das variações nos fluxos comerciais do estado do Rio Grande do Sul com os países do BRICS, sendo que os parâmetros estimados apresentam-se estatisticamente significativos ao nível de probabilidade de 1% na maioria dos casos, exceto para a variável população do país ou estado *j* que apresenta-se significativa ao nível de probabilidade de 5% (equação 3) e 10% (equação 4).

**Tabela 9- Estimativas do modelo gravitacional para o estado do Rio Grande do Sul**

Variável Independente	Equação 1	Equação 2	Equação 3	Equação 4
Constante	-105.954* (7.052)	-106.581* (6.896)	-166.760* (13.649)	-164.578* (13.247)
ln PIB <sub>i</sub>	4.130* (0.276)	4.078* (0,271)	2.489* (0.404)	2.374* (0.397)
ln PIB <sub>j</sub>	0.969* (0.020)	0.993* (0.022)	1.107* (0.105)	1.188* (0.109)
ln <i>D</i> <sub>ij</sub>	-0,819* (0,050)	-0.677* (0,063)	-0.749* (0.075)	-0.552* (0.089)
ln <i>POP</i> <sub>i</sub>			6.290* (1.177)	6.141* (1.147)
ln <i>POP</i> <sub>j</sub>			-0.151** (0.104)	-0.205*** (0.107)
<i>Dummy Adj</i> <sub>ij</sub>		0.639* (0.106)		0.752* (0.106)
<i>Dummy FC</i>	0.601* (0,175)	0.874* (0.192)	0.507* (0.146)	0.806* (0.161)
<i>R</i> <sup>2</sup> ajustado	0,9265	0,9292	0,9336	0,9372
Nº observações	360	360	360	360
Método Estimação	MQO	MQO	MQO	MQO

Nota: Os valores entre parênteses são os erros padrões robustos das estimativas por Mínimos Quadrados Ordinários. (\*) Indica significância no nível de 1% de probabilidade. (\*\*) Indica significância no nível de 5% de probabilidade. (\*\*\*) Indica significância no nível de 10 % de probabilidade.

Os resultados encontrados também estão de acordo com a hipótese central do modelo de gravidade de que o comércio entre dois países ou regiões é determinado por fatores de atração- renda ou produto dos parceiros comerciais- e fatores de resistência ao comércio representado pela distância, sendo esta hipótese evidenciada pelo sinal positivo do coeficiente das variáveis PIB e pelo sinal negativo do coeficiente da variável distância. A inclusão e a exclusão das variáveis nas estimativas remete a importância de se usar a especificação completa do modelo de gravidade: a inclusão da *dummy* de adjacência na equação 2 ocasionou uma queda marginal no coeficiente da variável distância, estando de acordo com a literatura, já que espera-se que o estado comercialize mais com um estado ou país adjacente devido à proximidade geográfica, enquanto a inclusão da variável população na equação 3

<sup>9</sup> Os resultados dos testes estatísticos estão dispostos no Anexo Q.

ocasionou uma queda marginal na variável Produto Interno Bruto do estado do Rio Grande do Sul para a determinação dos fluxos comerciais.

A elasticidade dos fluxos de comércio do estado do Rio Grande do Sul em relação ao PIB doméstico situa-se em torno de 4 nas equações 1 e 2 e em torno de 2,5 nas equações 3 e 4. De acordo com Farias e Hidalgo (2012) um resultado corriqueiro encontrado na literatura empírica é que o produto doméstico apresente elasticidade maior que o produto do parceiro comercial, ou seja, tradicionalmente a elasticidade dos fluxos comerciais em relação ao PIB do estado/país de origem é superior à elasticidade dos fluxos comerciais em relação ao PIB do estado/país de destino. Tal resultado se faz presente nas estimativas para o caso dos fluxos comerciais do estado do Rio Grande do Sul. A elasticidade dos fluxos de comércio em relação ao produto doméstico é de 2,374 (para a equação 4) e indica que o aumento de um ponto percentual no produto doméstico eleva o fluxo de comércio em 2,374 pontos percentuais. Já a elasticidade do produto do parceiro comercial tem um efeito menor sobre o fluxo de comércio bilateral, ainda que seu valor situa-se ligeiramente acima da unidade, em torno de 0,9 na equação 1 e 2 e 1, 1 na equação 3 e 4, ou seja, o aumento de um ponto percentual no produto doméstico dos parceiros comerciais do estado do Rio Grande do Sul, ocasiona um aumento de 1,1 % nos fluxos comerciais bilaterais.

O valor encontrado para o coeficiente da variável distância apresenta o sinal negativo esperado, dado que a distância gera um fator complicador ao comércio quanto maior a distância entre os parceiros comerciais, maiores custos de transporte e maiores os preços dos produtos comercializados. O valor do coeficiente encontrado para a variável distância situa-se no intervalo de 0,81 e 0,55 com elevado grau de significância estatística. Considerando a especificação completa do modelo (equação 4), o coeficiente da variável distância indica que o acréscimo de um ponto percentual na distância entre o estado do Rio Grande do Sul e seus parceiros comerciais ocasiona uma queda de 0,55% no volume de comércio entre eles. Tal resultado está em sintonia com o resultado encontrado por Leusin Jr. et al. (2013) que encontrou um valor de 0,3 para a variável distância na estimação do modelo de gravidade para as exportações do estado do Rio Grande do Sul.

A estimação do efeito adjacência é mostrado nas colunas 2 e 4, o valor do coeficiente encontrado para esta variável é 0,639 e 0,752, apresenta o sinal positivo esperado e é estatisticamente significativo. Mantendo constante as demais variáveis o coeficiente da variável adjacência indica que os fluxos comerciais do estado do Rio Grande do Sul com outro estado/país adjacente é de 1,90 ( $e^{0,639} = 1,90$  na equação 2) e 2,13 ( $e^{0,752} = 2,13$  equação 4) vezes maior do que os fluxos comerciais do estado do Rio Grande do Sul com parceiros comerciais que não tem fronteira comum. Como na amostra, o único estado/país adjacente ao estado do Rio Grande do Sul é Santa Catarina, pode-se inferir que os fluxos comerciais do estado do Rio Grande do Sul com o estado de Santa Catarina é em torno de 2 vezes maior que os fluxos comerciais do Rio Grande do Sul com os outros parceiros comerciais (unidades federativas brasileiras-exceto Santa Catarina, e países do BRICS). A magnitude do efeito adjacência encontrado por Leusin Jr. et al. (2013) para as exportações do estado do Rio Grande do Sul foi de 7,4, e de acordo com os autores tal resultado encontra alguma explicação na extensão territorial do Brasil, e nas dificuldades de transporte entre os estados, principalmente para os estados do Norte e Nordeste, dado que as diferentes alíquotas de Impostos de Circulação de Mercadorias e Serviços geram um tipo alternativo de barreira tarifária.

Em relação a variável população, não há um consenso na literatura empírica em relação ao sinal esperado para seu coeficiente. De acordo com Farias e Hidalgo (2012) pode-se argumentar que uma população grande pode ser indício de um grande mercado, que em princípio incentiva o comércio, em contrapartida, pode ser um fator de redução da renda *per capita*. Por outro lado, Wang e Winters (1992) esperaram um sinal negativo, pois estimavam

que quanto maior a população do país, maior seria sua produção interna e, portanto, apresentariam uma maior auto-suficiência, reduzindo o comércio internacional. As estimativas encontradas para o coeficiente da população do estado do Rio Grande do Sul é de 6,290 na equação 3 e de 6,141 na equação 4, ou seja, considerando a estimativa do modelo completo, o aumento de um ponto percentual na população do estado do Rio Grande do Sul provoca um aumento nos fluxos bilaterais de comércio de 6,14%. Já o coeficiente da população do parceiro comercial do Rio Grande do Sul apresenta sinal negativo, seu valor situa-se em torno de 0,15 na terceira especificação e de 0,205 na estimativa do modelo completo.

A *dummy* de efeito fronteira mostrou-se significativa em todas as equações estimadas, com um coeficiente variando de 0,507 a 0,806 na estimação que leva em conta a especificação completa do modelo. O coeficiente encontrado para o efeito fronteira do estado do Rio Grande do Sul significa que, *ceteris paribus*, os fluxos comerciais do estado do Rio Grande do Sul com as demais unidades federativas brasileiras são cerca de ( $e^{0.806} = 2.23$ ) 2,23 vezes maiores do que os fluxos bilaterais do estado do Rio Grande do Sul com os países do BRICS. Tal resultado está em consonância com Leusin Jr. et al. (2013) que encontrou o valor de 2 para o coeficiente de efeito fronteira do estado do Rio Grande do Sul entre 1997 e 2002, sendo este valor menor que o efeito fronteira encontrado na literatura em nível nacional, bem como para estados e regiões brasileiras.

## 5.1 Dimensão do efeito fronteira

Apesar de os diferentes trabalhos que mensuram o efeito fronteira utilizarem diferentes períodos de análise, e/ou diferentes abordagens econométricas, o resultado encontrado para o efeito fronteira de comércio do estado do Rio Grande do Sul vem ao encontro do resultado comumente encontrado na literatura empírica de que o efeito fronteira é significativamente menor nos estados da região Sul. O efeito fronteira das regiões brasileiras difere significativamente sendo mais elevado para os estados da região Nordeste. Hidalgo e Vergolino (1998) encontraram um viés doméstico de comércio para os estados da região Nordeste de 11,5 vezes no ano de 1999. Daumal e Zignago (2005) encontraram limites inferiores e superiores de efeitos de fronteira discrepantes entre as regiões do Brasil para o ano de 1999, região Sul (54 vezes para o Paraná e 22 vezes para o Rio Grande do Sul), região Sudeste (54 vezes para Minas Gerais e 3 vezes para São Paulo), região Norte (29732 vezes para o Acre e 492 vezes para o Pará) e região Nordeste (2980 vezes para o Piauí e 221 vezes para a Bahia).

Adicionalmente Leusin Jr. e Azevedo (2009) encontraram uma dimensão de efeito fronteira no ano de 1999 de 82,93 vezes na região Nordeste, 66,55 vezes para a região Norte, 19,25 vezes para a região Centro-Oeste, 13,70 para a região Sudeste 13,70, enquanto para a região Sul a dimensão encontrada foi de 4,91. Por sua vez, Farias e Hidalgo (2012) encontraram um efeito fronteira para a região Norte de 1118,8, enquanto o viés de comércio estimado para a agregação das regiões Sul e Sudeste foi de 3,30.

O efeito fronteira encontrado para o Rio Grande do Sul apresenta valor muito inferior ao resultado encontrado para o efeito fronteira para o Brasil. Silva et al. (2007) encontraram um viés de comércio para o Brasil de cerca de 37 vezes para o ano de 1999, resultados semelhantes encontrados por Daumal e Zignago (2005) que estimaram um viés de comércio para o Brasil de 17,4 vezes para o ano de 1991 e de 32,05 vezes para o ano de 2009, adicionalmente, Leusin Jr. e Azevedo (2009) encontraram um efeito fronteira de 33,1 vezes para o Brasil no ano de 1999. A Tabela 10 mostra a síntese dos principais trabalhos que mensuram o efeito fronteira para o Brasil, para as regiões brasileiras e para o estado do Rio Grande do Sul.



De acordo com Leusin Jr. e Azevedo (2009) o elevado viés de comércio doméstico do comércio brasileiro pode ser decorrência de alguns fatores, tais como: baixo grau de substituição entre produtos nacionais e estrangeiros, elevadas barreiras ainda vigentes no comércio internacional, o tamanho do território e da população brasileira e a distância em relação aos principais mercados. No caso das regiões brasileiras, os resultados refletem o papel fundamental da localização geográfica na determinação da magnitude do efeito fronteira das regiões brasileiras, sendo que os estados da região Sul e Sudeste provavelmente foram beneficiados pelo processo de integração comercial promovido pelo MERCOSUL na década de 90, enquanto os estados da região Norte e Nordeste apresentam malha de transportes mais precárias, menos diversificadas, e estes estados encontram-se mais distantes do centro econômico do país do que os estados pertencentes às regiões Sul e Sudeste. Farias e Hidalgo (2012) por sua vez ressaltam que as disparidades existentes no comércio das regiões brasileiras é resultado direto das suas estruturas produtivas, e reflete que quanto menos desenvolvidas as regiões do país, menor é a elasticidade do comércio em relação ao PIB e maior é a resistência ao comércio.

**Tabela 10 - Dimensão do efeito fronteira para o Brasil, regiões brasileiras e o Rio Grande do Sul.**

Autor	País\Região\Estado	Dimensão *	Método
Hidalgo e Vergolino (1998)	Nordeste	11,5	MQO
Daumal e Zignago (2005)	Brasil (1991) e (1999)	17,5 e 32,5	Efeitos Fixos
	Paraná	54,59	Efeitos Fixos
	Rio Grande do Sul	22,19	Efeitos Fixos
	Minas Gerais	54,59	Efeitos Fixos
	São Paulo	3,66	Efeitos Fixos
	Acre	297,32	Efeito Fixos
	Pará	492,74	Efeitos Fixos
	Piauí	29,80	Efeitos Fixos
	Bahia	221,40	Efeitos Fixos
Silva et al. (2007)	Brasil	37,7	MQO
Farias e Hidalgo (2012)	Nordeste	589,92	Efeitos Fixos
	Norte	1118,8	Efeitos Fixos
	Sul +Sudeste	3,0	Efeitos Fixos
Leusin Jr. (2009)	Brasil	33,1	MQO
	Nordeste	82,93	MQO
	Norte	66,55	MQO
	Centro-Oeste	19,25	MQO
	Sudeste	13,70	MQO
	Sul	4,91	MQO
Leusin Jr. et al. (2013)	Rio Grande do Sul	2,07	MQO <i>pooled</i>

\*Dimensão do efeito fronteira:  $\exp(\text{coeficiente da dummy do efeito fronteira})$

Silva et al. (2007) destacam que a concentração e a assimetria econômica no País tornam o comércio intranacional e internacional brasileiros do tipo interindústria, pela baixa substituição entre os produtos produzidos nos diferentes estados, tornando bastante significativas as perdas em termos de bem estar, que são inversamente proporcionais ao grau de substitutibilidade dos produtos. A inexistência de barreiras tarifárias, o baixo grau de substituição de produtos e problemas advindos de estruturas de transporte e comunicação entre os estados, faz com que os estados adjacentes comercializem mais uns com os outros, do que com aqueles que não são. Hidalgo e Vergolino (1998) justificam o elevado o viés doméstico da região Nordeste, argumentando que a produção da região é mais concentrada em bens primários e intermediários e seu comércio consiste, basicamente, na troca de bens agrícolas e matérias-primas por produtos manufaturados, caracterizando um comércio interindustrial.

Daumal e Zignago (2005) afirmam que os estados da região Sul e Sudeste são mais integrados internacionalmente do que os estados das regiões Norte e Nordeste, além disso, os

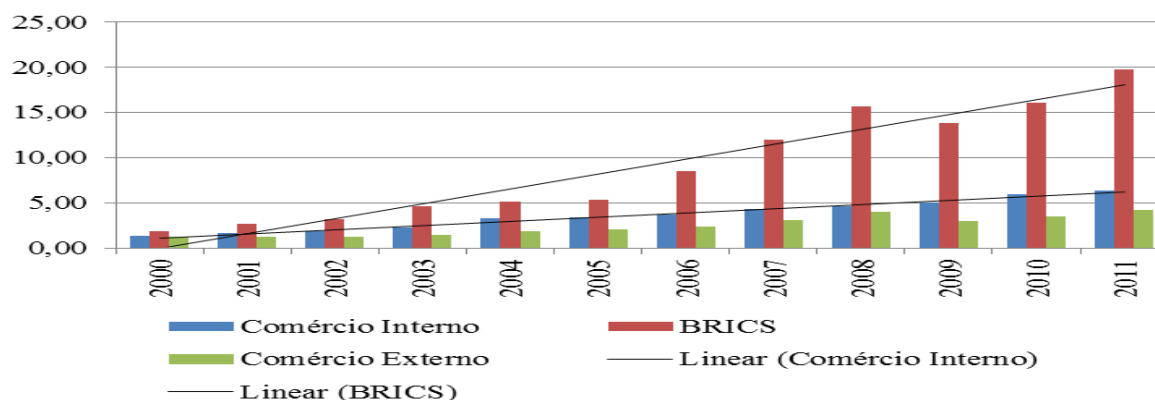
estados mais integrados nacionalmente também o são internacionalmente, estados da região Nordeste que apresentam um elevado coeficiente de efeito fronteira intranacional também apresentam alto coeficiente de efeito fronteira internacional, isso significa que os estados que comercializam proporcionalmente mais internamente, ou seja, com os demais estados brasileiros tendem a comercializar mais com o exterior.

### 5.2.1 Análise da dimensão do efeito fronteira de comércio do Rio Grande do Sul

O valor encontrado para o viés doméstico de comércio do estado do Rio Grande do Sul nas relações comerciais com os países do BRICS indica que os custos de fronteiras nacionais, tais como diferenças de gostos da população, diferenças de renda, diferenças culturais, não representam um significativo custo adicional de comércio para o Rio Grande do Sul, sendo esse custo adicional de comércio bastante inferior em relação aos custos do Brasil e das demais regiões brasileiras.

O menor viés doméstico dos fluxos comerciais reflete também um maior grau de abertura do comércio do estado do Rio Grande do Sul para o exterior. Este resultado vai ao encontro da magnitude do grau de abertura da economia do estado do Rio Grande do Sul ao comércio exterior calculado pelo Boletim do Banco Central (2013), que passou de 21,4% do PIB em 2000, para 26,8% do PIB em 2010, com média de 27,1% do PIB no período. Os valores para o grau de abertura da economia brasileira são inferiores, 17,3% em 2000 e 24,7% do PIB em 2011, com média de 21,4% do PIB no período de 2000 a 2012. Em contrapartida os estados da região Nordeste apresentam grau de abertura inferior ao do Brasil, Ceará e Pernambuco apresentam graus de abertura médios de 9,8 % e 9,3% do PIB no período de 2000 a 2010. Esses fatos corroboram com os resultados encontrados na literatura que os estados da região Sul apresentam menores custos de fronteira de seu comércio em detrimento dos estados da região Nordeste e do Brasil.

Figura 16- Crescimento do comércio do estado do Rio Grande do Sul (comércio interno, BRICS e resto do mundo)



Fonte: Elaboração da autora a partir de dados da SEFAZ/RS e do MDIC.

Este resultado também pode ser reforçado pelo aumento das relações comerciais com os países do BRICS em uma magnitude superior ao aumento do comércio do estado do Rio Grande do Sul com o resto do mundo. No período de 1999 a 2011, o aumento do volume de comércio externo do estado foi de cerca de 4 vezes, enquanto que o aumento das trocas com os países do BRICS aumentou quase 20 vezes. Esse aumento das relações comerciais do estado com os países do BRICS foi capitaneado pela China, que em 1999 figurava na 14ª posição dos países de destino das exportações gaúchas com uma participação relativa de 1,72% no total exportado pelo estado, alcançando a 1ª posição no ranking exportador do estado

do Rio Grande do Sul desde o ano de 2009 e fechando o ano de 2012 com 16,45% de participação nas exportações do estado. No volume de importações do estado a China também apresenta papel relevante, com um aumento de participação no total importado pelo estado de cerca de 6 vezes, evoluindo sua participação relativa de 0,86% em 1999 para cerca de 6,73% em 2012.

No que se refere às relações de comércio do Rio Grande do Sul com as demais unidades federativas brasileiras houve um aumento de cerca de 6 vezes no volume comercializado no período de 1999 a 2011, sendo que o estado apresenta maior propensão a vender para os demais estados brasileiros do que efetuar compras, destaca-se o estado de São Paulo como o maior parceiro comercial em termos de volume com média de 37% das vendas e 48% das compras, seguido pelo estado de Santa Catarina (15,08% das vendas e 13,52% das compras), Paraná (11,8% das vendas e 12,31% das compras), Rio de Janeiro (7,68% das vendas e 7,82% das compras), Minas Gerais (6,45% das vendas e 5,73% das compras) e Bahia (3,03% das vendas e 2,16% das compras). A Figura 16 sintetiza a magnitude do crescimento das relações comerciais do estado do Rio Grande do Sul para o comércio com as demais unidades federativas, para os países do BRICS e para o resto do mundo com base no ano de 1999.

Ademais o estado do Rio Grande do Sul apresenta uma maior propensão de exportar produtos primários, que são mais direcionados para países do que para os demais estados brasileiros. O estado em sua pauta exportadora por fator agregado apresenta a predominância da exportação de produtos manufaturados e produtos básicos, que conjuntamente ocupam mais de 80 %, sendo que na última década houve aumento da parcela de produtos básicos exportados em detrimento dos produtos manufaturados, decorrente em grande parte dos acréscimos de demanda de países emergentes, em especial a China.

## 6. Considerações Finais

O presente trabalho propôs-se a analisar o efeito fronteira no comércio do estado do Rio Grande do Sul com os países do BRICS no período de 1999 a 2010, através da aplicação do modelo de gravidade de comércio e a utilização de dados em painel. A equação da gravidade estimada, levou em conta as variáveis tradicionais como PIB e distância, além da população e a inserção de duas variáveis *dummies* para capturar o efeito adjacência e o efeito fronteira. A *dummy* de efeito fronteira indica se o fato de o fluxo comercial cruzar fronteiras regionais ou nacionais tem alguma influência sobre o padrão de comércio do estado ou país.

As estimativas foram realizadas através de dados de painel *pooled* e as estimativas realizadas por MQO indicaram que o estado do Rio Grande do Sul comercializa 2,23 vezes mais com outros estados brasileiros do que com os países do BRICS no período que se estende de 1999 a 2010. Tal resultado está em consonância com o resultado encontrado por Leusin Jr. et al. (2013) que encontraram um efeito fronteira para o estado do Rio Grande do Sul de cerca de 2 para o período de 1997 a 2002.

O resultado encontrado para o efeito fronteira do estado do Rio Grande do Sul apresenta um valor inferior aos encontrados na literatura empírica, mas está em sintonia com o fato de que os estados da região Sul apresentam menores custos de fronteira do que as demais regiões do Brasil. Leusin Jr. e Azevedo (2009) encontraram um coeficiente de efeito fronteira para a região Nordeste de 82,93, para a região Norte de 66,55, para a região Centro-Oeste de 19,25, região Sudeste 13,70, enquanto que para a região Sul a dimensão do efeito fronteira foi de 4,91. Daumal e Zignago (2005) em sua investigação encontraram limites inferiores e superiores de efeitos de fronteira discrepantes entre as Regiões do Brasil sendo estes significativamente inferiores para os estados da região Sul (22,19 vezes para o Rio Grande do Sul).

Entre as motivações para o baixo viés de comércio doméstico do estado do Rio Grande do Sul nas relações comerciais com os países do BRICS, destaca-se o aumento das relações comerciais com os países do BRICS. No período de 1999 a 2012 o volume de exportações do estado do Rio Grande do Sul para os países do BRICS aumentou em torno de 22 vezes, sendo que entre 2009 e 2011 a participação dos países do BRICS no global das exportações gaúchas ultrapassou a casa dos 20%. Destaca-se que este crescimento está alicerçado pelo aumento das relações comerciais com a China, que se tornou o principal parceiro comercial do estado do Rio Grande do Sul desde 2009. Ademais o estado do Rio Grande do Sul apresenta uma maior propensão a exportar produtos primários, que são mais direcionados para países do que para os demais estados brasileiros.

## 6. Referências Bibliográficas

- AITKEN, N. D. The Effect of the EEC and EFTA on European Trade: A Temporal Cross-Section Analysis. **American Economic Review**, v. 63 n. 5, p. 881-892, 1973.
- ANDERSON, J. E. A Theoretical Foundation for the Gravity Equation. **American Economic Review**, Vol. 69, pp. 106-116, 1979.
- \_\_\_\_\_, M. A.; SMITH, S. L. S. Do National Borders Really Matter? Canada-US Regional Trade Reconsidered. **Review of International Economics**, v.7, n. 2, p. 219-227, 1999.
- \_\_\_\_\_, J. E; Van WINCOOP, E. Gravity with gravitas: a solution to the border puzzle. **The American Economic Review**, v. 93, p. 170-192, 2003.
- AZEVEDO, A. O efeito do Mercosul sobre o comércio: uma análise com o Modelo Gravitacional. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 34, p. 307-339, 2004.
- BALTAGI, B. H. **Econometric analysis of panel data**. 3. ed. New York: John Wiley and Sons, 2005.
- BERGSTRAND, J. H. The generalized gravity equation, monopolist competition, and the factor-proportions theory in international trade. **Review of Economics and Statistics**, v. 71, n. 1, p. 143-153, 1989.
- BREUSCH, T. S.; PAGAN, A. R. The Lagrange Multiplier Test and its Applications to Model Specification in Econometrics. **Review of Economic Studies**, n. 47(1), p.239-253, 1980.
- UNCTAD, 24p. **Policy Issues in International Trade and Commodities, Study Series**, n. 16, 2001.
- DAUMAL, M.; ZIGNAGO, S. **The border effects in Brazil**. 2005. Disponível em: <http://www.dauphine.fr/globalisation/daumal2.pdf>., Acesso em: agosto de 2013.
- DEARDORFF, A. V. Determinants of Bilateral Trade: Does Gravity Work in a Neoclassical World? NBER Chapters, In: **The Regionalization of the World Economy**, p. 7-32, 1998.
- DNIT, Departamento Internacional de Infraestrutura de Transportes, Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/>. Acesso em setembro de 2013.
- EICHENGREEN, B.; IRWIN, D. The role of history in bilateral trade flows. In: FRANKEL, J. A. (Org.) **The regionalization of the world economy**. The University of Chicago Press, p. 33-62, 1998.
- FARIAS, J. J.; HIDALGO, A. B. Comércio Interestadual e Comércio Internacional das Regiões Brasileiras: uma Análise Utilizando o Modelo Gravitacional. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 43, n. 02, abril/jun., 2012.
- FEENSTRA, R. C.; MARKUSEN, J. A.; ROSE, A. K. **Understanding the home market effect and the gravity equation**: the role of differentiating goods. Oct. 1998.
- GIL-PAREJA S.; LLOREA-VIVEIRO R.; MARTINEZ-SERRANO J.; OLIVER-ALONSO J. The border effect in Spain. **The World Economy**, v. 28, p. 1617-31, 2005.
- GREENE, W. H. **Econometric analysis**. 6. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2007.
- HAUSMAN, J. A. Specification Tests in Econometrics. **Econometrica**, v. 46, n. 6, p. 1251-1271, nov., 1978.
- HELLIWELL, J. **How much do national borders matter?** Whashington, D.C.: Brookings Institution Press, 156 p., (1998).
- HELPMAN, E.; KRUGMAN, P. R. **Market Structure and Foreign Trade**: Increasing Returns, Imperfect Competition, and the International Economy. Cambridge, Mass.: MIT Press, 1985.

HIDALGO, A.; VERGOLINO, J. O nordeste no comércio inter-regional e internacional: um teste dos impactos por meio do modelo gravitacional. **Economia Aplicada**, v. 2, p. 707-725, 1998.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em fevereiro de 2013

IPEADATA, Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/>. Acesso em fevereiro de 2013.

KRUGMAN, P. R. Scale Economics, Product differentiation and the Pattern of Trade. **American Economic Review**, n.70, v.5, p. 950-959, 1985.

\_\_\_\_\_, P.R. Increasing Returns and Economic Geography. **Journal of Political Economy**, n.99, v.3, p.483-499, 1991.

LAMAS, E. Quadro geral do comércio exterior do RS. **Indicadores Econômicos FEE**, Porto Alegre, v. 35, n. 2, p. 61-76, 2007.

LELIS, M. T. C. **O Movimento Recente do Investimento Espanhol na América Latina: Condicionantes Macroeconômicos**. Tese de Doutorado, Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, (2010).

LEUSIN Jr, S.; AZEVEDO, A. F. Z. A O efeito fronteira das regiões brasileiras: uma aplicação do modelo gravitacional. **Revista Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, n.13(2), p.229-258, maio/ago. 2009.

\_\_\_\_\_; AZEVEDO, A. F. Z.; LÉLIS, M. T. A vocação exportadora do Rio Grande do Sul: uma avaliação por meio do efeito fronteira. **Nova Economia**, n. 23(1), p. 101-128, 2013.

LINNEMAN, H. **An Econometric Study of International Trade Flows**. North Holland Publishing Company, Amsterdam, 1966.

MDIC, Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior, Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=5&menu=608>, Acesso em: abril 2013.

MODELO, D. B. **A competição das Exportações Chinesas em terceiros mercados: uma aplicação do Modelo Gravitacional**. Dissertação de Mestrado, UNICAMP, 2012.

NITSCH, V. National borders and international trade: evidence from the European Union. **Canadian Journal of Economics**, v. 33, p. 1091-1105, 2000.

PARK, H. M. **Practical guides To Panel Data Modeling: A Step by Step Analysis Using Stata**. Public Management and Policy Analysis Program Graduate School of International Relations, International University of Japan, 2011.

SADOULET, E.; De JANVRY, A. **Quantitative development policy analysis**. Baltimore: The John Hopkins University, 397 p. 1995.

SÁ PORTO, P. C. de. Mercosul and regional development in Brazil: a gravity model approach. **Revista de Estudos Econômicos**, v. 32, n. 1, jan./mar. 2002.

SÁ PORTO, P. C.; CANUTO, O. Uma avaliação dos impactos regionais do Mercosul usando dados em painel. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v.34, n.3, dez., 2004.

SENNE PAZ, L.; FRANCO NETO, A. A. M. Brazilian border and Mercosur integration effects: an Exploratory Assessment Using The gravity Model. **Encontro ANPEC Nacional**, 2003.

SEREU, P.; VANHULLE, C. Exchange rate volatility, exposure and the value of exporting firms. **Journal of Banking and Finance**, n. 16, p. 155–182, 1992.

SILVA, O.; ALMEIDA, F.; OLIVEIRA, B. Comércio internacional “x” intranacional no Brasil: medindo o efeito-fronteira. **Nova Economia**, v. 17, p. 427-439, 2007.

TINBERGEN, J. **Shaping the world economy: Suggestions for an international economic policy**. New York: Twentieth century Fund. 1962.

UnComtrade, **United Nations Commodity Trade Statistics Database**, Disponível em: <http://comtrade.un.org/>, Acesso em: abril 2013.

WALL, H. J. Gravity Model Specification and the Effect of the Canada-US Border. **Working Paper n. 2000-024A**, Federal Reserve Bank of St. Louis, 2000.

WANG, Z.; WINTERS, L. A. The trading potential of eastern Europe. **Journal of Economic Integration** v. 7, n.2, p.113–136, 1992.

WOOLDRIDGE, J. **Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data**. Cambridge, Mass.: The MIT Press, 2000.

World Bank, **World Development Indicators**. Disponível em: <http://databank.worldbank.org/data/home.aspx>, Acesso em: abril de 2013.