

**O Efeito Fronteira das Regiões Brasileiras:
Uma Aplicação do Modelo Gravitacional**

Sérgio Leusin Júnior
André Filipe Zago de Azevedo

RESUMO

Este artigo analisa o efeito fronteira do Brasil e de suas regiões para o ano de 1999. O efeito fronteira indica o viés do comércio doméstico em comparação com o comércio internacional. Esse efeito foi estimado empiricamente, utilizando-se dados de corte seccional, em um modelo gravitacional com os 26 estados brasileiros, mais o Distrito Federal e 40 países. Apesar de o Brasil ter se engajado em um processo de abertura comercial, como o ocorrido durante a década de 90, e ter participado de Acordos Preferenciais de Comércio importantes como o Mercosul, constatou-se que o país e algumas de suas regiões apresentam elevados custos de fronteira. Os resultados encontrados indicam que o comércio entre estados brasileiros é 33 vezes superior ao comércio internacional desses estados. Para as regiões brasileiras, o efeito fronteira das regiões Norte e Nordeste, é significativamente maior daquele observado nas regiões Sul e Sudeste.

Palavras-Chave: Efeito-Fronteira (Efectos de Frontera); Modelo Gravitacional (Ecuación de Gravedad); Integração Econômica (Integración Económica).

ABSTRACT

This paper analyzes the border effect for Brazilian goods market and its regions in 1999. The border effect indicates the bias for domestic trade compared with international trade. This effect was quantified empirically by using cross-sectional data in a gravitational model for twenty-six Brazilian states plus the Federal District and forty other countries. Despite Brazil's involvement in commercial opening in the 90's, as well as important regional trade agreements such as Mercosul, we noticed that Brazil and some of its regions have high cross-border costs. The finding results of this equation suggest a trade 33 times higher between Brazilian states than the international trade of these states. Regarding each Brazilian region,

the border effect found for intra-national trade among Northeast and North regions is significantly higher than the border effect for Southeast and Southern regions.

Key-Words: Border Effect; Gravity Model; Economic Integration.

1. INTRODUÇÃO

A integração econômica internacional pode ser definida como um processo de eliminação de fronteiras e barreiras econômicas entre dois ou mais países. As fronteiras econômicas estabelecem obstáculos aos fluxos de mercadorias, serviços e fatores de produção entre países, o que significa dizer que o objetivo final do processo de integração é a redução das barreiras, resultando na ampliação do tamanho dos mercados. A justificativa para o interesse das nações em um mundo com menores barreiras é a expectativa de ganhos de *bem-estar* para a nação com o incremento do comércio. A elevação do *bem-estar* pode ser resultado de um incremento da diversidade dos produtos disponíveis à nação, de ganhos de eficiência e de escala, assim como os ganhos alocativos previstos na teoria das vantagens comparativas.

A dinâmica atual da evolução do comércio internacional, favorecida pela elevada redução de custos dos meios de transportes e de comunicações¹, sugere que a importância das fronteiras entre os parceiros comerciais tenha diminuído significativamente. Além disso, o grande número de acordos comerciais atualmente em vigor, como o NAFTA, MERCOSUL e União Européia, fortalecem os argumentos de que as fronteiras nacionais estão perdendo a importância. Ohmae (1990) apud McCallum (1995) chegou a afirmar que as fronteiras internacionais “*desapareceram efetivamente*”. As barreiras ao comércio internacional sejam elas oficiais, informais, tarifárias ou não tarifárias, geralmente adicionam um custo ao comércio internacional que não se observa para o comércio intranacional. O tamanho deste custo é chamado de viés doméstico de comércio, ou também efeito fronteira, sendo muito usado para mensurar de forma alternativa o grau de acesso a mercados. O efeito fronteira busca captar todos os custos de comércio relacionados exclusivamente às fronteiras entre os países.

¹ Para uma compreensão do processo de redução de custos dos meios de transporte e comunicação observados no mundo moderno, ver Baldwin e Martin (1999).

Para medir o viés doméstico do comércio, ou efeito fronteira, a literatura tem utilizado principalmente o modelo gravitacional (p.ex. McCallum, 1995; Daumal e Zignago, 2005; Silva *et al.*, 2007). A equação gravitacional controla os fatores que determinam o fluxo bilateral de comércio, incluindo PIB e distância, além de um conjunto de variáveis econômicas, geográficas e culturais, permitindo estimar o efeito fronteira, através de uma variável *dummy*, que captaria o impacto adicional de comércio específico ao par de estados/países. McCallum (1995) foi o trabalho precursor a estimar o impacto das fronteiras no padrão de comércio de dois países contíguos (Canadá e EUA).

Pode-se supor que, mesmo ocorrendo um processo global de integração internacional, o Brasil ainda apresentaria um elevado impacto de suas fronteiras no comércio internacional. No entanto uma questão ainda não respondida pela literatura que trata do efeito fronteira no Brasil é o tamanho do viés doméstico de comércio das cinco regiões brasileiras. A resposta para essa questão colabora com uma série de outros questionamentos. Entre eles está um de fundamental importância, que é de verificar se todas as regiões possuem o mesmo grau de abertura de seus mercados e se as mesmas souberam aproveitar na mesma intensidade o processo de abertura comercial brasileiro observado a partir da década de 1990. Este artigo tem como objetivo principal, portanto, mensurar a magnitude do efeito fronteira para as cinco regiões brasileiras para o ano de 1999, último ano com informações consolidadas para o comércio interestadual no país. Este artigo está dividido, além desta introdução, em quatro seções. Na seção 2, é apresentado o modelo gravitacional, com ênfase na apresentação dos resultados empíricos encontrados na literatura econômica sobre o efeito fronteira. Na seção 3, são apresentados os dados, a abordagem econométrica e os resultados do efeito fronteira, estimados através do modelo gravitacional, para as 5 regiões brasileiras para o ano de 1999. A seção 4 aponta as conclusões.

2. O MODELO GRAVITACIONAL E O EFEITO FRONTEIRA

Entre os modelos usados para analisar e quantificar a dinâmica dos fluxos econômicos internacionais, o modelo gravitacional talvez seja um dos mais usados e aceitos, principalmente devido ao seu elevado poder de explicação e simplicidade de aplicação (Piermartini e Teh, 2005). O modelo gravitacional para o comércio

internacional foi desenvolvido inicialmente por Tinbergen (1962) e Poyhonen (1963) ainda sem um arcabouço teórico de sustentação, sendo os resultados justificados de forma intuitiva. De acordo com o modelo, o comércio entre dois países é diretamente proporcional ao tamanho dos países e inversamente proporcional aos custos de comércio entre os países.

Grande parte das *proxies* e das variáveis básicas do modelo ainda hoje utilizadas foram sugeridas pelos autores. A *proxy* seguidamente utilizada para expressar o tamanho dos países é o PIB, pois espera-se que o comércio entre dois países aumente com o tamanho de sua economia. Como observado por Azevedo (2004), os coeficientes associados ao PIB dos países exportadores e importadores devem apresentar um sinal positivo, pois se espera que quanto maior é o país, maior é a variedade de produtos disponíveis para exportação, e maior é o gosto pela variedade no consumo. O PIB *per capita* também é utilizado como *proxy* para expressar o potencial de consumo dos países, pois quanto maior a renda dos países, maior é a tendência de haver uma maior diversidade de produtos ofertados e também, quanto maior é a renda dos países, maior é a propensão ao consumo de produtos diferenciados. Tradicionalmente a distância entre dois países serve como *proxy* para a resistência ao comércio.

Deardorff (1997) mostra que o modelo gravitacional pode ser derivado a partir do modelo de Heckscher-Ohlin, enquanto Bergstrand (1985) e Helpman (1987) mostram que o modelo gravitacional também pode ser derivado de modelos de concorrência imperfeita. Estes estudos não somente mostram uma correlação positiva entre os fluxos de comércio e o tamanho dos países como também mostram o papel que a distância desempenha para aumentar o custo de comércio.

Além das variáveis explicativas principais, alguns refinamentos foram introduzidos à formulação básica para melhorar seu poder explicativo, incluindo variáveis como a área dos países e *dummies* para captar a importância dos países terem a mesma língua e serem adjacentes, formando um conjunto de variáveis econômicas, geográficas e culturais para explicar os fluxos de comércio bilateral. Em alguns casos, as variáveis relacionadas ao tamanho dos países, geralmente medidas pelo PIB e população, são suplementadas por uma medida de área territorial. Como mencionado por Frankel (1997), esta é uma forma de levar em consideração os recursos naturais dos países.

2.1 O Efeito Fronteira Internacional

As mudanças ocorridas recentemente têm aproximado os países e aprofundado a integração da economia mundial. Em um período não muito distante as barreiras ao comércio eram significativamente superiores às observadas atualmente. Desta forma, observa-se uma maior relevância dos efeitos da economia internacional nas economias domésticas, fato ocorrido devido à maior integração econômica entre os países.

Há na literatura econômica dois enfoques para a análise do efeito fronteira. Ele pode ser internacional, quando se analisa o impacto das fronteiras nacionais sobre o comércio internacional de um país, ou intranacional, quando se analisa o impacto das fronteiras estaduais sobre o padrão de comércio nacional e internacional de um país.

Devido a sua capacidade de explicar os fluxos de comércio, o modelo gravitacional tem sido bastante utilizado para mensurar o viés doméstico dos fluxos de comércio. Ou seja, medir qual é o tamanho do viés de comércio intranacional *vis-à-vis* o comércio internacional, ou efeito fronteira internacional. Para tal propósito, são introduzidas *dummies* que assumem valor igual a 1 (um) quando o comércio é entre estados/províncias de um mesmo país e 0 (zero) quando o comércio é internacional. O viés doméstico pode ser devido à preferência dos consumidores domésticos por produtos nacionais ou devido a fatores ligados a política comercial externa do país.²

O trabalho inicial deve-se a McCallum (1995), que utilizou dados de 1988 de exportações entre as províncias do Canadá e os estados dos Estados Unidos com o objetivo de comparar o comércio intranacional do Canadá com as exportações do Canadá para os Estados Unidos. O autor selecionou as 10 províncias canadenses e 30 estados norte-americanos, que seriam os 20 estados mais populosos, mais todos os estados americanos que fazem divisa com o Canadá.³ A regressão estimada pelo autor, através de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), foi:

$$\ln X_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \ln Y_i + \beta_2 \ln Y_j + \beta_3 \ln DIST_{ij} + \beta_4 Dummy_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

² Este coeficiente também pode ser interpretado como uma mensuração alternativa do grau de acesso a mercados, ou seja, mede o quanto os custos de comércio associados às fronteiras interferem nos fluxos de comércio internacionais.

³ Segundo o autor, a amostra dos estados americanos (30 estados) correspondia a 90% do comércio do Canadá com os EUA no período examinado.

onde:

X_{ij} : exportações nominais do país i para o país j ;

Y_w : PIB nominal dos países i e j ;

$DIST_{ij}$: distância entre os países i e j ;

$Dummy_{ij}$: assume o valor de 1 no caso de exportações intra-províncias do Canadá e zero para exportações de províncias canadenses para estados norte-americanos;

β_0 até β_4 são parâmetros que se esperam que tenham, à exceção de β_3 , sinal positivo;

ε_{ij} : erro.

Os resultados encontrados evidenciam um forte viés doméstico dos fluxos de comércio canadense. O autor observou, através do modelo gravitacional, que o comércio entre duas províncias do Canadá seria 22 vezes superior ao comércio entre províncias canadenses e estados americanos de semelhante tamanho e distância.⁴ A partir deste resultado, se poderia afirmar que as fronteiras nacionais continuariam sendo um obstáculo importante para os fluxos de comércio internacionais. O resultado é, no mínimo, paradoxal, pois Canadá e EUA são países com culturas de consumo semelhantes, compartilham uma fronteira seca e já haviam firmado alguns acordos bilaterais de comércio entre si, em 1988.

Anderson e Wincoop (2003), utilizando o modelo gravitacional, revisaram a relação comercial entre Canadá e EUA em uma abordagem por Regressões Aparentemente Não Relacionadas (SUR – *Seemingly Unrelated Regressions*) e encontraram um valor diferente daqueles encontrados por McCallum (1995). Os autores chegaram a um valor inferior, de 16,4. Além disso, também estimaram o efeito fronteira para uma perspectiva dos EUA. O coeficiente encontrado do viés doméstico para os Estados Unidos foi significativamente inferior ao encontrado para o Canadá, de apenas 1,50. Segundo os autores, um fator contribuiu para a obtenção de um viés doméstico tão significativo para o comércio Canadá-EUA. Os autores, argumentam que o padrão de comércio do Canadá com os EUA é, em grande parte, explicado pela reduzido tamanho do Canadá se comparado à economia dos EUA. Nesse contexto, se insere tanto a maior diversidade de produtos existente nos EUA quanto as peculiaridades culturais e geográficas existentes nas principais províncias

⁴ Como a equação é estimada em logs, o coeficiente associado a qualquer variável *dummy* é: $[\exp(\text{coeficiente da dummy})]$, enquanto o percentual equivalente é: $[(\exp(\text{coeficiente da dummy})-1) \times 100]$.

canadenses (movimentos separatistas em Quebec, isolamento geográfico entre o lado leste e oeste, etc.).

Silva *et al.* (2007) analisaram o efeito fronteira para o mercado brasileiro para o ano de 1999, a partir dos dados da matriz de comércio interestadual obtidas de Vasconcelos (2001). O modelo utiliza variáveis como a diferença entre os PIBs *percapita* dos estados e países, assim como uma variável *dummy* que assume o valor unitário no caso da adjacência entre estados brasileiros ou países e zero caso contrário. Utilizando-se de dados de corte seccional, em um modelo gravitacional, com todos os estados brasileiros mais o Distrito Federal e 40 países, os autores encontraram um viés doméstico consideravelmente alto para os padrões observados na literatura econômica. Controlando as variáveis distância e tamanho das economias, o viés doméstico dos fluxos de comércio do Brasil mostrou-se 37,7 vezes maior do que para fora do país. Entre as justificativas para um viés desta magnitude os autores citam o baixo grau de substituição entre os produtos domésticos e estrangeiros e, também, as grandes barreiras ainda existentes ao comércio internacional. Em todas as estimativas apresentadas acima, tanto para Canadá, e Brasil, nota-se ainda a importância das fronteiras nacionais para a determinação dos fluxos comerciais.

Daumal e Zignago (2005) propõem-se a medir o efeito fronteira internacional para o Brasil entre os anos de 1991 a 1999. Os dados utilizados englobam os fluxos comerciais entre 26 estados brasileiros⁵ e os fluxos internacionais de cada estado para 164 países, para 1991, 1997, 1998 e 1999.

Os resultados encontrados pelos autores são surpreendentes, em 1999, o viés doméstico dos fluxos de comércio, após controlar o tamanho das economias e a distância entre as mesmas, é igual a 33, enquanto para o ano de 1991 é de apenas 17.⁶ Desta forma, os autores observam que os resultados apresentados para o Brasil contrariam os resultados esperados de acordo com a literatura econômica. Em um país como o Brasil, engajado no processo global de integração internacional, através da abertura comercial observada no decorrer da década de 1990 e a formação do Mercosul, a partir de 1991, se esperava uma queda do efeito fronteira.

⁵ Os autores não consideraram o Tocantins para a estimação do efeito fronteira.

⁶ Ou seja, para 1999 os fluxos de comércio doméstico eram 33 vezes superiores aos fluxos de comércio internacionais, e para 1991 o mesmo índice era de apenas 17 vezes.

Apesar de os autores não terem realizado o cálculo do efeito fronteira por regiões brasileiras, pode-se deduzi-lo a partir dos coeficientes estaduais do efeito fronteira internacional. Em geral, os estados das regiões Sul e Sudeste apresentam os menores custos de fronteira internacional, ou seja, menores impactos do efeito fronteira para a determinação dos fluxos comerciais para o exterior. Em 1999, O intervalo de variação do coeficiente do efeito fronteira internacional dos estados do Norte vai de 6,2 até 10,3; para a região Nordeste, o intervalo é de 5,8 até 8. Para os estados do Sul e Sudeste, o intervalo de variância apresenta uma amplitude menor, com limite inferior de 1,3 e limite superior de 4. A partir dos resultados apresentados pelos autores, pode-se afirmar que os estados da região Sul e Sudeste são mais integrados internacionalmente que os das Regiões Norte e Nordeste. Além disso, aqueles estados mais integrados nacionalmente também o são internacionalmente. Estados da região Norte, como Amapá e Acre, por exemplo, possuem um elevado coeficiente do efeito fronteira intranacional, assim como um alto coeficiente para o efeito fronteira internacional. Em contraposição, São Paulo na região Sudeste, apresenta um baixo coeficiente para o efeito fronteira tanto para os fluxos domésticos quanto para os internacionais. Na prática, isso significa dizer que os estados que comercializam proporcionalmente mais internamente, ou seja, com os demais estados brasileiros, também tendem a comercializar mais com o exterior.

Os trabalhos apresentados nesta seção evidenciam que as fronteiras estaduais e nacionais ainda representam um significativo custo adicional de comércio. McCallum (1995) inovou ao propor a utilização do modelo gravitacional para mensurar o impacto das fronteiras nacionais sobre o padrão de comércio de países. Também se confirmou a viabilidade de se utilizar o efeito fronteira como forma alternativa para a mensuração do grau de acesso a mercados (efeito fronteira internacional), assim como para a mensuração da fragmentação doméstica (efeito fronteira intranacional). A tabela 1 apresenta uma síntese dos trabalhos apresentados nesta seção.

Tabela 1: Consolidação dos resultados e variáveis utilizadas pelo modelo gravitacional

Autores	Período	Região Analisada	Dimensão do Efeito fronteira	Nº de obs.	Método	R2
McCallum (1995)	1988	(Canadá-EUA)	22	683	MQO	0.8
Anderson e Wincoop (2003)	1993	(Canadá-EUA)	16.4	589	SUR	0.7
	1993	(EUA-Canadá)	1.5	589	SUR	0.8
Daumal e Zignago (2005)	1991	(Brasil - mundo)	17.04	2249	Efeitos fixos	0.7
	1999	(Brasil - mundo)	32.55	2441	Efeitos fixos	0.7
Silva et al. (2007)	1999	(Brasil - mundo)	37.7	1334	MQO	0.7

3. O EFEITO FRONTEIRA PARA AS REGIÕES BRASILEIRAS

A seção anterior apresentou uma revisão de literatura sobre o efeito fronteira, com ênfase no caso brasileiro. Notou-se a existência de um forte viés intranacional do comércio brasileiro, mesmo após o processo de abertura comercial ocorrido nos anos 1990. O trabalho de Daumal e Zignago (2005) sugere inclusive que o viés doméstico dos fluxos comerciais brasileiros teria aumentado no decorrer da década de 90. A partir dos resultados apresentados, é possível supor que há um padrão para o efeito fronteira brasileiro para o ano de 1999, oscilando entre 32 e 37 vezes. Este capítulo busca calcular o efeito fronteira para cada uma das 5 regiões brasileiras para o ano de 1999.

3.1. Dados

A variável dependente são as exportações, tanto entre os 27 estados brasileiros como dos estados para os países constantes na amostra para o ano de 1999. O fluxo comercial entre os estados do Brasil, também chamado de matriz de comércio interestadual, foi obtido de Vasconcelos (2001), expresso em R\$ mil correntes de 1999. A base de dados utilizada possui uma peculiaridade que aproxima os fluxos de comércio interestaduais computados dos fluxos de comércio interestaduais efetivamente realizados. A matriz de comércio interestadual brasileira geralmente é obtida a partir das Secretarias da Fazenda dos estados e é dividida em duas matrizes, uma com base nas entradas e outra com base nas saídas informadas pelos estados. A inovação de Vasconcelos está em confrontar os dados informados na entrada e na saída e, a partir deste confronto, considerar o maior valor absoluto informado, diminuindo assim os riscos de subestimação da matriz de comércio interestadual brasileira. Os dados da matriz de comércio interestadual foram

inflacionados pelo IPCA para o ano de 2000.⁷ Os dados do comércio de 1999 dos estados para o exterior foram obtidos do site Aliceweb, do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). Para o inflacionamento dos fluxos de comércio internacionais foi usado o indicador da inflação americana ao consumidor, com ajuste sazonal.⁸ Com estes procedimentos passa-se a ter os fluxos de comércio internacional em dólares correntes para o ano 2000, sendo convertidos para reais pela taxa de câmbio média do ano de 2000 (R\$/US\$ = 1,8302). Desta forma, obtém-se a matriz de comércio internacional em reais correntes para o ano 2000.

Os dados do Produto Interno Bruto (PIB) e do PIB *percapita* dos estados brasileiros encontravam-se a preços constantes - R\$ mil de 2000, deflacionado pelo Deflator Implícito do PIB nacional, calculados pelo IBGE e obtidos no site do IPEADATA. Os dados dos demais países selecionados (PIB - US\$ - constantes de 2000 e PIB *percapita*) foram obtidos no banco de dados do Banco Mundial no sítio eletrônico (<http://devdata.worldbank.org>). O PIB e PIB *percapita* dos países da amostra encontravam-se em dólares constantes para o ano de 2000, sendo necessária a conversão destes para reais de 2000 pela taxa de câmbio média anual. As distâncias, medidas em quilômetros, foram obtidas do DNIT (Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes) e representam as distâncias físicas entre as capitais de cada estado.⁹ Para os demais países, considerou-se a distância de Brasília até a capital de cada um dos países, sendo esses dados retirados do Centre d'Etudes Prospectives et d'Informations Internationales (CEPII). Para a construção da amostra dos países importadores foram considerados alguns critérios seguidamente usados na literatura, tais como uma ampla abrangência geográfica, contemplando, no mínimo, um país para cada continente, e uma elevada participação no comércio dos estados, contendo, ao menos, 80% do total das exportações dos estados para o ano pesquisado.¹⁰ A amostra selecionada contém

⁷ Os dados terão como base o ano 2000, pois o PIB para os países e para os estados brasileiros encontravam-se neste padrão.

⁸ Conhecida sob a denominação; CPI - All Items, com ajuste sazonal (1982-84=100).

⁹ A distância entre duas cidades é medida de centro a centro e os caminhos são os mais curtos, dando preferência às rodovias asfaltadas (Dnit, 2007). As distâncias dos estados de Piauí e Amapá, indisponíveis no DNIT, foram coletadas no sítio eletrônico - <http://www.guialog.com.br>.

¹⁰ Ver McCallum (1995) e Sá Porto (2002).

40 países¹¹, contemplando ambos os critérios. As exportações para os países da amostra representam 91% das exportações do Brasil para o ano de 1999.

3.2. Abordagem Econométrica

Para este estudo, o modelo a ser utilizado contempla as variáveis tradicionais anteriormente citadas, como aquelas que procuram captar os efeitos da adjacência e da similaridade da renda dos estados nos padrões de comércio entre eles. Assim, a forma da equação gravitacional aplicada ao comércio intranacional utilizada para a estimação do efeito fronteira, baseada em Silva *et al.* (2007), é especificado na forma log-linear e expresso como:

$$\ln X_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \ln Y_i + \beta_2 \ln Y_j + \beta_3 \ln \text{DIST}_{ij} + \beta_4 \text{FC} + \beta_5 \text{Adj}_j + \beta_6 \ln (\text{PPC}_i - \text{PPC}_j)^2 + \varepsilon_{ij} \quad (2)$$

onde:

X_{ij} : exportações do estado i para o estado ou país j ;

Y_w : PIB nominal dos estados ou países i e j ;

Dist_{ij} : distância em km do estado i ao estado ou país j ;

FC : uma variável “dummy” que assume o valor 1 se as exportações do estado i vão para o estado j do Brasil e zero se elas têm como destino outro país;

Adj : uma variável “dummy” que assume o valor 1 se as exportações do estado i vão para um estado ou país adjacente e zero, caso contrário;

$\text{PPC}_i - \text{PPC}_j$: a diferença entre o PIB *per capita* entre os estados e países;

β_0 a β_6 são parâmetros com sinais positivos, à exceção de β_3 e β_6 ;

ε_{ij} : erro

O modelo foi estimado através de MQO, contendo dados referentes ao ano de 1999 dos 27 estados brasileiros e de 40 países. Em princípio havia 1782 observações, 702 (27x26) para o comércio interestadual e 1.080 observações para o comércio internacional (27x40). Em 312 casos não houve registros de comércio e 70 ocorrências não se enquadraram no limite inferior estipulado (R\$ 100.000,00), logo o número de observações válidas é 1.400.¹² Esta censura na variável dependente acarretou em três ganhos para o modelo; o desvio padrão de todos os coeficientes das variáveis foi minimizado, a variável $(\text{PPC}_i - \text{PPC}_j)^2$, que antes era significativa ao

¹¹ A lista completa dos países está no anexo 1.

¹² Devido ao fato das regiões Sul e Sudeste não apresentarem fluxos inferiores a R\$ 100 mil e representarem 73,64% dos fluxos comerciais totais do Brasil em 1999, utilizou-se este valor como padrão (limite inferior) destas regiões para as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste.

nível de 10%, passa a ser significativa ao nível de 1% , assim como há um ganho no coeficiente de determinação (R^2) ajustado, que passa de 62,49% para 64,75%.

3.3 Resultados do Efeito Fronteira para o Brasil e regiões

Na tabela 2, são apresentadas as principais estimativas obtidas para o modelo de comércio do Brasil e regiões, utilizando dados de 1999. Tradicionalmente os modelos gravitacionais baseados em *cross sections*, que analisaram o efeito fronteira, apresentaram heterocedasticidade. Em virtude desse histórico o presente trabalho considera a iminência de violação das condições para que se obtenha o melhor estimador não-viesado (MELNV). O teste de White confirmou a existência de heterocedasticidade e, desta forma, o modelo foi corrigido pelo método de White para todas as estimações via MQO. Como em 312 casos não houve fluxo de comércio entre os estados, decidiu-se fazer uma estimação com todas as observações, pelo método Tobit, cujo resultado é apresentado na coluna (2).¹³

De maneira geral, os resultados foram bons, com as variáveis consideradas explicando entre 51% e 64% das variações nas exportações estaduais. Os resultados para o Brasil mostram que a elasticidade das exportações em relação ao PIB se situa em 1,04, e é maior que a elasticidade das exportações em relação ao PIB do estado ou país importador, valor este que se situa em torno de 0,9. Ou seja, os resultados parecem mostrar que o PIB do estado exportador explica em maior grau o volume de comércio entre os estados ou países. Além disso, a elasticidade do comércio bilateral com relação às rendas dos países é bastante elevada. Em geral, um aumento de 1% no PIB dos países implica em um crescimento na mesma proporção do comércio entre eles.

A elasticidade das exportações em relação à distância para o Brasil é negativa e se situa num valor acima de um, com elevado grau de significância estatística. O coeficiente estimado da distância absoluta demonstra sua importância como fator de resistência ao comércio: o acréscimo de 1% na distância entre um par de países acarreta uma queda um pouco superior no comércio entre eles. Os resultados são coerentes aos encontrados na literatura internacional.

¹³ A estimação através do método Tobit trata diretamente os dados da amostra censurada para a variável endógena. Este procedimento incorpora implicitamente informação nas observações iguais a zero, com as

O coeficiente da variável *dummy* FC, que mede o efeito fronteira do Brasil, foi significativo, com valor em torno de 3,5. O coeficiente encontrado para o efeito fronteira significa que, *ceteris paribus*, o comércio entre os estados brasileiros é cerca de 33 vezes maior do que as exportações dos estados brasileiros para o exterior. É importante salientar a semelhança do valor encontrado para o efeito fronteira do Brasil, em 1999, com os observados na literatura. De acordo com Silva *et al.* (2007), o efeito fronteira do Brasil em 1999 era de 37,7 vezes. Já em Daumal e Zignago (2005), o valor encontrado do efeito fronteira do Brasil em 1999 é de 32,5 vezes. Mesmo considerando as diferenças na especificação do modelo, ambos os valores são muito próximos ao encontrado neste trabalho. Um fator que pode ter colaborado para a obtenção de coeficientes do efeito fronteira bastante semelhantes é a base de dados comum da matriz de comércio interestadual.

A estimação do efeito adjacência no comércio para o Brasil está indicando que mantendo constantes as demais variáveis, o comércio de um estado com outro adjacente é, em média, 1,7 vezes maior que as exportações para aqueles estados que não têm fronteira em comum. Esse resultado é surpreendente, dada a inexistência conceitual de barreiras tarifárias, mas que encontra alguma explicação na extensão territorial do Brasil e nas dificuldades de transporte entre os estados, principalmente para os estados do Norte e Nordeste do país.¹⁴

A hipótese freqüentemente usada em modelos gravitacionais, de que os estados ou países com renda *per capita* semelhantes tendem a comercializar mais entre si do que aqueles estados ou países com renda *per capita* diferentes, foi testada com a inclusão da variável $(PPC_i - PPC_j)^2$.¹⁵ Observa-se que o valor encontrado para o coeficiente de similaridade da renda foi negativo, conforme esperado, e estatisticamente significativo, porém inelástico, indicando que para o Brasil e regiões a tese de Linder parece não se confirmar.

observações positivas sendo utilizadas para estimar o valor do comércio, dado que ele é positivo, enquanto as observações iguais a zero são usadas para estimar a probabilidade do comércio ser positivo.

¹⁴ Na prática as diferentes alíquotas do ICMS (Imposto sobre circulação de mercadorias e serviços) existentes entre os estados brasileiros acabam por criar um tipo alternativo de barreira tarifária.

¹⁵ Tradicionalmente, muitas teorias do comércio internacional enfatizam a ótica da oferta para explicar o padrão do comércio internacional. As Hipóteses de Linder (1961) implicam que o padrão de comércio bilateral é determinado pela similaridade de renda entre os países. Ou seja, países de renda alta tenderiam a comercializar com países de renda semelhante e países de renda baixa apresentariam uma propensão maior de comercializar com países de renda baixa. Resumidamente pode-se dizer que as hipóteses de Linder são as que seguem: a demanda é um importante determinante do comércio; a demanda doméstica determina qual a variedade de produtos que o país irá produzir e a variedade de produtos produzidos por um país serão exportados principalmente para países com demanda similar.

Para a estimação do efeito fronteira das regiões brasileiras, o modelo sofre alterações apenas na amostra, permanecendo o restante inalterado. O limite inferior para a variável dependente censurou 183 observações para a região Norte, 141 observações para o Nordeste e 58 observações para o Centro-Oeste. Nos estados do Sul e Sudeste, não houve fluxos inferiores a R\$ 100 mil; para o Norte, houve 183 (40,30%) observações sem registro ou inferiores a R\$ 100 mil, assim como 141 (23,73%) observações enquadradas no mesmo critério para o Nordeste e 58 (18,93%) para o Centro-Oeste. Desta forma, o número de observações válidas por regiões foi o seguinte: Norte: 279, Nordeste: 453, Sudeste: 264, Sul: 198 e Centro-Oeste: 198.

Os resultados obtidos com a estimação em uma abordagem por MQO com teste White do modelo proposto para as regiões do Brasil, pode ser observado nas colunas (3) a (7) da tabela 2, respectivamente, Norte, Nordeste, Sudeste, Centro-Oeste e Sul. A elasticidade encontrada para as exportações em relação ao PIB do estado exportador tem valor próximo da unidade para as regiões Norte, Nordeste e Sudeste e são coerentes com os resultados encontrados na literatura. Para a região Sul, o coeficiente do PIB doméstico apresentou o menor valor observado entre as regiões.¹⁶

Na literatura empírica que envolve o efeito fronteira, é corriqueira a observação de que a elasticidade das exportações em relação ao PIB do estado/país exportador seja superior a elasticidade das importações em relação ao PIB do estado/país importador. Ou seja, tradicionalmente a renda do estado/país exportador explica em maior grau o volume exportado entre dois parceiros do que a renda do estado/país importador. Para o Brasil e para as regiões Sul e Sudeste, esta verificação também é verdadeira. Isto significa que para estas regiões o tamanho econômico do estado exportador é mais relevante para a determinação do fluxo de comércio do que o PIB do estado/país importador. Esta dinâmica observada provavelmente deve-se ao tamanho econômico em geral menor dos estados da região Norte e Nordeste, comparativamente com os da região Sul e Sudeste (Silva e Medina 1999). No caso do PIB dos estados ou países importadores, o resultado médio encontrado para as elasticidades das exportações foi marginalmente menor que o observado para o PIB doméstico e situa-se em torno de 0,936. Para a região Sul, os resultados parecem mostrar que o PIB do país emissor ou receptor do fluxo

de comércio é menos relevante para a determinação do volume de comércio do que o observado para as outras regiões.

Tabela 2: Estimativas do modelo gravitacional para Brasil e regiões 1999

Variável Independente	Equações						
	(1) Brasil	(2) Brasil	(3) Norte	(4) Nordeste	(5) Sudeste	(6) C-O	(7) Sul
Constante	-23,905* (1,197)	-28,675* (1,50)	-24,206* (3,126)	-23,335* (2,500)	-21,973* (2,561)	21,493*** (11,168)	-12,033** (5,837)
Log (PIBi)	1,047* (0,031)	1,176* (0,035)	0,976* (0,089)	0,972* (0,088)	1,026* (0,078)	-0,793*** (0,440)	0,838* (0,227)
Log (PIBj)	0,952* (0,030)	1,023* (0,035)	1,013* (0,083)	0,999* (0,059)	0,961* (0,051)	0,915* (0,086)	0,784* (0,045)
Log (DIST _{ij})	-1,062* (0,067)	-1,158* (0,08)	-1,069* (0,194)	-1,207* (0,113)	-1,183* (0,135)	-1,330* (0,211)	-1,169* (0,133)
Log Dif(PPC)	-0,049* (0,016)	-0,034* (0,020)	-0,034 (0,040)	-0,020 (0,036)	-0,058*** (0,032)	-0,002 (0,043)	-0,062 (0,039)
Dummy Adj	0,572* (0,178)	0,539* (0,156)	0,541 (0,391)	0,419** (0,189)	0,104 (0,253)	0,915* (0,328)	0,540** (0,272)
Dummy FC	3,507* (0,136)	4,011* (0,167)	4,198* (0,319)	4,418* (0,197)	2,618* (0,262)	2,958* (0,412)	1,592* (0,257)
R ² Ajustado	0,646	-	0,513	0,668	0,717	0,577	0,671
Teste F	426,60	-	499,95	1530,17	1124,89	477,36	680,71
Num. Obs.	1400	1782,00	279	453	264	206	198
Método	MQO	TOBIT	MQO	MQO	MQO	MQO	MQO

Os valores entre parênteses são os erros-padrão das estimativas.

* Indica significância no nível de 1%.

** Indica significância no nível de 5%.

*** Indica significância no nível de 10%.

Os coeficientes estimados para a variável distância foram sempre negativos, conforme esperado e com elevado grau de significância estatística. Para todos os casos, a variável distância é elástica e significativa ao nível de significância de 1%. A proximidade dos valores estimados para o coeficiente da variável distância reflete a robustez da estimativa e a forte influência negativa exercida pela distância no comércio entre os estados. A região Centro-Oeste mostrou-se mais sensível para variações na distância, com o coeficiente estimado da distância absoluta demonstrando sua importância como fator de resistência ao comércio, pois uma variação de 1% na distância acarretaria em uma diminuição de 1,33% do volume de exportações desta região. Já a região Norte apresentou a menor sensibilidade entre as regiões, com o acréscimo de 1% na distância entre um par de países ou estados acarretando uma queda, em média, de 1,17% no comércio entre eles.

¹⁶ Para o Centro-Oeste, o sinal foi contrário ao esperado (-0,79).

A estimação do efeito adjacência no comércio intranacional (Adj) mostra coeficientes que variam de 0,104 (Sudeste) a 0,915 (Centro-Oeste). Para as regiões Norte e Sudeste, a variável adjacência mostrou-se não significativa. Mantendo constantes as demais variáveis, esses valores indicam que o comércio de um estado com outro estado adjacente é de 1,52 (estados do Nordeste) a 2,49 (estados do Centro-Oeste) vezes maior que as exportações para aqueles estados que não tem fronteira em comum.

Algumas características ajudam no entendimento da alta significância da adjacência para a determinação dos fluxos comerciais interestaduais da região Centro-Oeste. A posição geográfica da região Centro-Oeste, distante de grandes centros econômicos, com grandes vazios populacionais e baixa atividade industrial, provavelmente colaboram para a obtenção de um coeficiente tão alto para a adjacência. Este fato pode ser justificado pelo insuficiente acesso dos estados desta região a infra-estrutura destinada para o comércio exterior. Desta forma, pode-se supor que os estados da região Centro-Oeste, deslocados do corredor comercial brasileiro e obrigados a enfrentar custos logísticos comparativamente mais altos que das regiões Sul e Sudeste, por exemplo, provavelmente vêm no comércio entre estados adjacentes um meio mais viável para o comércio do que para com estados não contíguos se comparado com outras regiões brasileiras.

O coeficiente do efeito fronteira apresenta uma grande variação entre as regiões, indicando que as exportações intranacionais são entre 5 (região Sul) e 83 vezes (região Nordeste) maiores do que aquelas para os demais países. Vale notar que o efeito fronteira decresce significativamente do norte para o sul do país. Estados do Norte e Nordeste apresentam um efeito fronteira relativamente alto se comparado com a literatura internacional. A malha de transportes destas regiões parece contribuir para um viés doméstico mais elevado para estas regiões, pois mostra-se mais precária, menos diversificada e mais distante do centro econômico do país do que as regiões Sul e Sudeste.

As regiões Centro-Oeste (20 vezes) e Sudeste (14 vezes) apresentam um viés doméstico de seus fluxos comerciais semelhante ao existente entre províncias canadenses e estados norte-americanos, como observado por McCallum (1995) – 22 vezes e Anderson e Wincoop (2003) – 16 vezes. A região sul apresentou o menor viés doméstico de seus fluxos comerciais (4,9 vezes), indicando o maior grau de

abertura desta região para o exterior. Os resultados mostram-se coerentes com as evidências sobre o efeito fronteira brasileiro observados na literatura empírica.

Sá Porto (2002) sinalizou em seu estudo que as regiões Norte e Nordeste parecem terem tirado um proveito menor dos ganhos de *bem-estar* obtidos com o processo de integração internacional promovido pelo Mercosul no decorrer da década de 1990. Ou seja, segundo os resultados do autor, as regiões Sul e Sudeste apresentaram impactos comparativamente mais significativos com a criação do Mercosul. O fato de o impacto da formação do Mercosul ter se mostrado mais intenso nas regiões Sul e Sudeste, em parte pode ser justificado em virtude destas regiões provavelmente também apresentarem custos de fronteira menores que as regiões Norte e Nordeste durante o período de formação do Mercosul.

Os resultados aqui obtidos para os coeficientes do efeito fronteira das regiões brasileiras estão em sintonia com aqueles encontrados por Daumal e Zignago (2005) para os estados brasileiros. Os resultados daqueles autores mostram que limite superior e inferior do efeito fronteira dos estados das regiões Sul (54,59 vezes para o Paraná e 22,19 vezes para o Rio Grande do Sul) e Sudeste (54,59 vezes para Minas Gerais e 3,66 vezes para São Paulo) era significativamente inferior ao observado para os estados das regiões Norte (29732 vezes para o Acre e 492,74 vezes para o Pará) e Nordeste (2980 vezes para o Piauí e 221,40 vezes para a Bahia). Esta evidência vai ao encontro dos resultados aqui apresentados, onde é nítido que as regiões Sul e Sudeste apresentam comparativamente menores custos de fronteira.

4. CONCLUSÃO

Neste artigo buscou-se mensurar o impacto do efeito fronteira para o Brasil e suas regiões, em 1999. O efeito fronteira busca mensurar o impacto das fronteiras sobre o padrão de comércio dos países. Com o objetivo de verificar a existência de um padrão para a magnitude do efeito fronteira, buscou-se também fazer uma análise da literatura econômica que envolve o efeito fronteira. A forma usual de se estimar o efeito fronteira é através do modelo gravitacional, que além das variáveis convencionais, como PIB e distância absoluta, inclui uma variável *dummy* associada ao comércio interestadual e/ou internacional. Essa *dummy* indica se o fato de o fluxo de comércio necessitar cruzar fronteiras regionais ou nacionais tem alguma influência sobre o padrão de comércio de um estado e/ou país. A conclusão principal

desta dissertação é que as fronteiras ainda representam um significativo custo de comércio para o Brasil, especialmente para as regiões Norte e Nordeste. Observou-se que para o Brasil, em 1999, o impacto do efeito fronteira se traduz em um viés doméstico dos fluxos comércio 33 vezes superior aos fluxos comerciais internacionais. Este resultado mostra-se muito semelhante aos encontrados por Silva *et al.* (2007), que encontrou um viés de 37 vezes, assim como o resultado encontrado por Daumal e Zignago (2005) de 32 vezes. Todos estes trabalhos analisaram o efeito fronteira para o Brasil em 1999. Moreira e Correa (1997) sinalizaram que fatores geográficos, como o tamanho do território e a distância em relação aos principais mercados, assim como o tamanho da população brasileira, contribuem para uma baixa internacionalização dos fluxos comerciais brasileiros.

Na análise do efeito fronteira das regiões brasileiras observou-se que este coeficiente apresenta uma grande variância entre as regiões, a exemplo do que já havia sido observado para os estados brasileiros em Daumal e Zignago (2005). Os valores obtidos para o efeito fronteira das regiões brasileiras indicam que o comércio interestadual é 82,93 vezes superior ao comércio internacional da região Nordeste; 66,55 vezes para a região Norte; 19,25 vezes para a região Centro-Oeste; 13,70 vezes para a região Sudeste e 4,91 vezes para a região Sul. Em vista destes resultados, é coerente supor que, para o Brasil, a localização geográfica representa um fator determinante para a magnitude do efeito fronteira das regiões brasileiras.

Pode-se concluir também que os resultados do efeito fronteira das regiões Norte e Nordeste são significativamente díspares dos observados nas regiões Sul e Sudeste, provavelmente por estas últimas terem tirado um proveito maior do processo de integração internacional, ocorrido principalmente no decorrer da década de 90. Sá Porto (2002) sinalizou, neste sentido, supondo que as regiões Norte e Nordeste não obtiveram os mesmos ganhos advindos da constituição do Mercosul se comparadas às regiões Sul e Sudeste. Outro aspecto que pode ter contribuído para a obtenção de coeficientes do efeito fronteira significativamente maiores para as regiões Norte- Nordeste em relação as regiões Sul-Sudeste é que estas últimas funcionem como uma plataforma de comércio, dada a sua estrutura industrial mais desenvolvida, concentrando as exportações do país. A própria amostra de 40 países utilizada reflete este fenômeno. Esta amostra representa 91% das exportações totais do Brasil em 1999, contudo, as regiões Sul e Sudeste somadas representam 73,64% desta amostra, sinalizando que o padrão de comércio brasileiro corresponde, em

grande parte, ao padrão de comércio das regiões Sul e Sudeste. Por fim, a péssima e pouco diversificada infra-estrutura de transporte das regiões Norte e Nordeste também pode ter contribuído para a obtenção de coeficientes do efeito fronteira significativamente superiores para estas regiões.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, J.; WINCOOP, E. Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle. *The American Economic Review*, v. 93, n 1, 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.

BALDWIN, R.; MARTIN, P. *Two Waves of Globalization: superficial similarities, fundamental differences*. National Bureau of Economic Research. Working Paper: 6904, 1:30. 1999. Disponível em: <http://www.nber.org/papers/w6904.pdf>.

BERGSTRAND, J. The gravity equation in international trade: some microeconomic foundations and the empirical evidence. *Review of Economics and Statistics*, v. 67, p. 474-481, 1985.

CENTRE D'ETUDES PROSPECTIVES ET D'INFORMATIONS INTERNATIONALES (CEPII), Disponível em: <http://www.cepii.fr/anglaisgraph/news/accueilengl.htm>, acessado em 16/12/2007.

DAUMAL, M.; ZIGNAGO, S. The Border Effects in Brazil. 2005. Disponível em: <http://www.dauphine.fr/globalisation/daumal2.pdf>. Acessado em 15/12/2007.

DEARDORFF, A. Determinants of bilateral trade: does gravity work in a neo-classical world? In: FRANKEL, J. (Ed.). *Regionalization of the world economy*. Chicago: University of Chicago Press, p. 7-31, 1997.

DNIT, 2007. <http://www1.dnit.gov.br/rodovias/distancias/distancias.asp>. Acessado em 23/12/2007.

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

HELPMAN, E. Imperfect competition and international trade: evidence from fourteen industrial countries. *Journal of Japanese and International Economies*, v. 1, p. 62-81, 1987.

KUME, H.; PIANI, G. Fluxos bilaterais de comércio e blocos regionais: uma aplicação do modelo gravitacional. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Rio de Janeiro, v. 30, p. 1-21, 2000.

LINDER, S. *An essay on trade and transformation*. New York: John Wiley, 1961.

McCALLUM, J. National borders matter: Canada-US regional trade patterns. *American Economic Review*, v. 85, p. 615-623, 1995.

MDIC- Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2008.

MOREIRA, M.; CORREA, P. Abertura comercial e indústria: o que se pode esperar e o que se vem obtendo. *Revista de Economia Política*, São Paulo, v. 17, p. 61-91, 1997.

PIERMARTINI, R.; THE, R. *Desmystifying Modelling Methods for trade Policy*. Discussion Paper n. 10, WTO 2005. Disponível em: http://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/discussion_papers10_e.pdf.

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

SÁ PORTO, P. Mercosul and regional development in Brazil: A gravity model approach. *Revista Estudos Econômicos*, v. 32, 125-153, 2002.

SILVA, B.; MEDINA, M. *Produto Interno Bruto por Unidades da Federação 1985 - 1998*. Rio de Janeiro: IPEA, 1999 (Texto para Discussão, 677).

SILVA, O.; ALMEIDA, F.; MOREIRA, B.; OLIVEIRA, B. Intra-national versus international trade in Brazil: measuring the border effect. XII Annual Conference: Western Hemispheric Integration in a Competitive Global Environment, 2007, Texas and Monterrey, Anais, Laredo: TAMIU, 2007.

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

VASCONCELOS, J. *Matriz de fluxo do comércio interestadual no Brasil – 1999*. Rio de Janeiro: IPEA, ago. 2001. (Texto para Discussão, 817).

World Trade Organization - WTO.
http://www.wto.org/english/tratop_e/region_e/region_e.htm.

Anexo 1: Países da amostra

ESTADOS UNIDOS	USA	IRÃ	IRN
ARGENTINA	ARG	BOLÍVIA	BOL
HOLANDA	NLD	HONG KONG	HKG
ALEMANHA	DEU	ARÁBIA SAUDITA	SAU
JAPÃO	JPN	COLÔMBIA	COL
ITÁLIA	ITA	(FORMOSA)	TWN
BÉLGICA	BEL	PORTUGAL	PRT
REINO UNIDO	GBR	ÍNDIA	IND
FRANÇA	FRA	EGITO	EGY
ESPANHA	ESP	PERU	PER
MÉXICO	MEX	AUSTRÁLIA	AUS
CHILE	CHL	ÁFRICA DO SUL	ZAF
RÚSSIA	RUS	SUÉCIA	SWE
PARAGUAI	PRY	NIGÉRIA	NGA
PORTO RICO	PRI	INDONÉSIA	IDN
CHINA	CHN	CINGAPURA	SGP
URUGUAI	URY	SUÍÇA	CHE
CORÉIA DO SUL	PRK	TURQUIA	TUR
VENEZUELA	VEN	NORUEGA	NOR
CANADÁ	CAN	MALÁSIA	MYS