

## Determinantes das exportações paranaenses para a América Latina e Caribe: uma aplicação do modelo gravitacional

### RESUMO

**Geisiane Michelle Zanquetta de Pintor**

[geisiane.pintor@unila.edu.br](mailto:geisiane.pintor@unila.edu.br)

Universidade Federal da Integração Latino-Americana – Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil.

**Eduardo de Pintor**

[eduardo.pintor@unila.edu.br](mailto:eduardo.pintor@unila.edu.br)

Universidade Federal da Integração Latino-Americana – Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil.

**Gilson Batista de Oliveira**

[gilson.oliveira@unila.edu.br](mailto:gilson.oliveira@unila.edu.br)

Universidade Federal da Integração Latino-Americana – Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil.

**Mirian Beatriz Schneider**

[mirian-braun@hotmail.com](mailto:mirian-braun@hotmail.com)

Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Toledo, Paraná, Brasil.

O objetivo desse trabalho foi identificar os determinantes das exportações paranaenses para América Latina e Caribe. O estudo parte da equação do modelo gravitacional aplicada ao comércio internacional. Para cumprir o objetivo proposto, após descrever os modelos de comércio internacional e mostrar a importância das exportações, são apresentados os determinantes das exportações do Paraná para os países da América Latina considerados no estudo. A aplicação da metodologia (modelo econométrico apresentado) permite afirmar que 89,89% das exportações paranaenses para América Latina e Caribe são explicadas pelas variáveis escolhidas na análise: PIB do Paraná, PIB dos Países Importadores, População do Paraná, População dos Países Importadores, Distância, Área dos Países Importadores e Dummy Mercosul. Os resultados estatísticos do modelo aplicado e das variáveis escolhidas podem ser vislumbrados na tabela 1.

**PALAVRAS-CHAVE:** Exportações. Modelo gravitacional. Paraná.

Na maioria das obras sobre os determinantes do crescimento econômico, as exportações geralmente aparecem como uma das principais variáveis explicativas do aumento do nível de produto e renda das regiões e países, pois um produto exportado gera emprego e renda no ponto de origem. O resto do mundo, o mercado externo, em qualquer caso, representa uma ampliação dos mercados regionais e contribui para absorção do excedente produzido internamente.

No Paraná, quando estudamos os componentes do crescimento econômico estadual, as exportações são responsáveis por uma parcela significativa do produto interno bruto. E isso se deve, sobretudo, pela contribuição da exportação das commodities agrícolas, do denominado agronegócio, bem como de produtos agroindustriais manufaturados.

De 2002 a 2014 os países pertencentes à América Latina revelaram-se grandes importadores dos produtos exportados pelo Paraná. Em 2014 estes países importaram o equivalente a 3,7 bilhões de dólares, valor muito superior aos 983 milhões de dólares importados em 2002. Sendo assim houve um aumento real de 274% do montante importado pelos países da América Latina nas exportações do Paraná.

Dada a importância da elevação nas importações dos países da América Latina e das exportações para economia regional, esse trabalho busca identificar quais são os determinantes das exportações paranaenses para América Latina, o que, por seu turno, poderá auxiliar os formuladores de políticas públicas de crescimento regional na hora de decidir onde e como investir os recursos do estado.

Para cumprir o objetivo proposto, esse trabalho está dividido, além da introdução e considerações finais, em três partes. Primeiro, são apresentados os modelos de comércio internacional para demonstrar a importância da variável exportação. Depois, explica-se a metodologia do modelo gravitacional. Por fim, após aplicação do modelo, são expostos e analisados os resultados obtidos.

## MODELOS DE COMÉRCIO INTERNACIONAL

### Funções de exportação e importação

A liberalização comercial levou à investigações empíricas sobre as funções de importação e exportação das nações. A utilização de tais funções para analisar o comportamento do comércio entre países tem o objetivo de compreender os efeitos de mudanças nas políticas macroeconômicas e comerciais dos países no comércio entre eles (FIGUEIREDO; SILVA, 2004; MORTATTI; MIRANDA; BACCHI, 2011).

A função de exportação pode ser especificada da seguinte forma (BARROS; BACCHI; BURNQUIST, 2002).

$$S_x = f(P_e, P_i, E, R) \quad (1)$$

Em que:

Sx é a quantidade exportada por unidade de tempo;

Pe é o preço recebido pelas exportações;

Pi é o preço recebido no mercado interno pelo produto;

E é a taxa de câmbio real efetiva; e

R é a renda nacional real.

Espera-se, de acordo com a Equação 1, uma relação positiva entre as exportações, o preço externo e a taxa de câmbio real efetiva. Isto ocorre pois, *coeteris paribus*, quanto maior o preço externo maior será o diferencial em relação ao preço interno, o que aumenta a rentabilidade da comercialização do produto externamente. Além disto, uma desvalorização cambial incentiva as exportações pois afeta positivamente a relação entre o preço externo e interno do produto (FIGUEIREDO; SILVA, 2004).

A Equação 1 mostra, também, a existência de uma relação negativa as exportações, o preço interno e a renda nacional. A elevação da renda nacional ocasiona aumento do consumo interno, o que reduz a oferta do produto para o exterior. Já o crescimento do preço doméstico eleva a quantidade destinada ao mercado interno e, conseqüentemente, diminui quantidade a ser exportada (FIGUEIREDO; SILVA, 2004).

Utiliza-se, frequentemente, a elaboração de modelos para produtos específicos ou para a pauta agregada. Entre os trabalhos que tratam da estimação dessas funções destacam-se Leamer & Stern (1970), Goldstein & Khan (1978), Pinto (1980), Braga & Markwald (1983), Zini (1988), Castro & Cavalcanti (1997), Cavalcanti & Ribeiro (1998), Carvalho & Negri (2002), Miranda (2001), Barros et al (2002), entre outros trabalhos (MORTATTI; MIRANDA; BACCHI, 2011).

A função de exportação utiliza como variável dependente a quantidade exportada. Entretanto, este estudo busca analisar os fatores que influenciam o valor das exportações paranaenses. Assim, o modelo a ser utilizado para esta análise é o Modelo Gravitacional, cuja variável dependente consiste no valor monetário das exportações.

### O Modelo Gravitacional

O modelo gravitacional originou-se da lei da gravitação universal de Isaac Newton, segundo a qual a atração entre dois corpos é diretamente proporcional à sua massa e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles. A Lei de Newton pode ser expressa na equação 2 (NASCIMENTO; PREGARDIER JÚNIOR, 2013).

$$F=G\left(\frac{M_1M_2}{d^2}\right)_{(2)}$$

Em que:

F é a força de atração entre as massas de dois corpos;

M1 e M2 consistem na massa do corpo 1 e 2, respectivamente;

d corresponde à distância entre os dois corpos;

G é a constante de gravitação universal.

Isard (1960) introduziu o modelo gravitacional na economia regional com o objetivo de analisar o potencial da mobilidade do trabalho entre as regiões dos Estados Unidos. Já a utilização do modelo para estimar o fluxo de comércio teve início com os trabalhos de Tinbergen (1962), Pöyhönen (1963) e Linnemann (1966), que realizaram os primeiros estudos econométricos sobre fluxos de comércio baseados na equação gravitacional (AZEVEDO, 2004; DEARDORFF, 1998; NASCIMENTO; PREGARDIER JÚNIOR, 2013).

O modelo gravitacional admite que o comércio entre dois países é diretamente proporcional ao produto de suas rendas e inversamente proporcional à distância entre eles. Tal proposição consiste em uma analogia à lei da gravitação universal de Newton (AZEVEDO, 2004; NASCIMENTO; PREGARDIER JÚNIOR, 2013).

Tinbergen analisou três tipos de fatores que explicam a dimensão dos fluxos bilaterais de comércio. O primeiro e o segundo tipo incluem fatores relacionados, respectivamente, à oferta potencial da nação exportadora e à demanda potencial do país importador, ou seja, corresponde ao Produto Interno Bruto (PIB) destes países, bem como a população das duas nações (SÁ PORTO, 2002).

O terceiro grupo de fatores consiste na resistência ao comércio, a qual pode ser natural ou artificial. As barreiras naturais consistem em problemas impostos pela natureza, como, por exemplo, custos e o tempo de transporte. As barreiras artificiais são impostas pelos governos, como as tarifas de importação, restrições quantitativas e controles cambiais. Além disto, variáveis dummy também foram incluídas no modelo para, por exemplo, representarem acordos preferenciais de comércio. O Modelo Gravitacional original foi expresso na Equação 3 (SÁ PORTO, 2002).

$$X_{ij} = a_0 (Y_i)^{a_1} (Y_j)^{a_2} (N_i)^{a_3} (N_j)^{a_4} (Dist_{ij})^{a_5} e(Pref) a_6 (e_{ij}) \quad (3)$$

Em que:

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

$Y_i$  é o valor nominal do PIB do país i;

$Y_j$  é o valor nominal do PIB do país j;

$N_i$  é a população do país i;

$N_j$  é a população do país j;

$Dist_{ij}$  é a distância entre os centros comerciais destes países, que representa uma barreira ao comércio;

$Pref$  é uma variável dummy que possui valor 1 caso os países possuam acordo preferencial de comércio e 0 nos demais casos; e

$e_{ij}$  é o termo de erro.

Os coeficientes de  $a_0$  a  $a_6$  devem ser calculados por uma regressão.

Segundo Nascimento e Pregardier Júnior (2013, p. 164), o modelo gravitacional passou a ser utilizado com três objetivos principais: “[...] a) mensurar os efeitos dos acordos preferenciais sobre os fluxos internacionais de comércio; b) avaliar o efeito fronteira; e c) estimar os fluxos de comércio futuro entre os países [...]”.

Sá Porto e Canuto (2004) utilizaram a equação gravitacional para analisar os impactos regionais do MERCOSUL nos fluxos de comércio das regiões brasileiras. Leusin Jr. e Azevedo (2009) buscaram analisar o impacto das fronteiras estaduais no padrão de comércio nacional. Neste caso, o Modelo Gravitacional foi utilizado para mensurar o efeito fronteira das cinco regiões brasileiras.

Fassarela (2010) analisou o impacto das medidas técnicas e sanitárias nas exportações brasileiras de carne de frango, enquanto Castilho (2002) buscou mensurar o impacto da proteção europeia sobre suas importações no acesso do MERCOSUL ao mercado europeu. Tais estudos utilizaram o Modelo Gravitacional para analisar o impacto das tarifas aduaneiras e de barreiras não tarifárias no comércio incorporando variáveis específicas referentes às barreiras (MODOLO, 2012).

## METODOLOGIA

### Especificações do modelo

A literatura de comércio internacional tradicionalmente trabalha com a Equação Gravitacional em sua forma log-linear. Existe um consenso de que tal forma é a mais adequada para especificar a Equação Gravitacional. A Equação 4 mostra a forma mais genérica da Equação Gravitacional aplicada ao comércio internacional (AZEVEDO, 2004; MODOLO, 2012).

$$\ln M_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \ln Y_i + \beta_2 \ln \left( \frac{Y_i}{N_i} \right) + \beta_3 \ln Y_j + \beta_4 \ln \left( \frac{Y_j}{N_j} \right) + \beta_5 \ln \text{Dist}_{ij} + e_{ij} \quad (4)$$

Em que:

$M_{ij}$  é o comércio bilateral, seja em importações ou exportações nominais ou a soma de ambas, do país  $i$  para o país  $j$ ;

$Y_w$  é o PIB nominal dos países  $i$  e  $j$ ;

$N_w$  é a população dos países  $i$  e  $j$ ;

$\text{Dist}_{ij}$  é a distância entre os países  $i$  e  $j$ ;

$\beta_0$  a  $\beta_5$  são parâmetros que espera-se que tenham, exceto o  $\beta_5$ , sinal positivo; e

$e_{ij}$  é o termo de erro.

Considerando que objetivo deste trabalho é analisar os determinantes das exportações do Paraná para a América Latina e Caribe, a equação utilizada pode ser especificada da seguinte forma, adotando-se a forma logarítmica:

$$\ln X_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \ln Y_i + \beta_2 \ln Y_j + \beta_3 \ln P_i + \beta_4 \ln P_j + \beta_5 \ln \text{Dist}_{ij} + \beta_6 \text{Área} + \beta_8 \text{Mercosul} + \epsilon_{ij} \quad (5)$$

Em que:

$X_{ij}$  corresponde às exportações do Paraná para o país  $j$ ;

$Y_i$  é o PIB do Paraná;

$Y_j$  é o PIB do país  $j$ ;

$P_i$  é a População do Paraná;

$P_j$  é a População do país  $j$ ;

$\text{Dist}_{ij}$  é a distância entre a capital do Paraná e a capital do país  $j$ ;

Área é a extensão territorial do país  $j$ ;

Mercosul<sup>1</sup> é uma variável dummy que possui valor 1 caso o país de destino das exportações paranaenses pertença ao MERCOSUL e 0 nos demais casos;

$\beta_0$  a  $\beta_8$  são parâmetros que se espera tenham, exceto  $\beta_5$  e  $\beta_6$ , sinal positivo; e  $\epsilon_{ij}$  é o erro.

A Equação 4 foi estimada pela técnica de dados em painel, por meio do Software Stata 12, para o comércio do Paraná com 25 países entre 2002 e 2014. O Gráfico 1 mostra a participação destes países no destino das exportações paranaenses para a América Latina e Caribe no período analisado.

Os países utilizados neste estudo foram: Antígua e Barbuda, Argentina, Bahamas, Barbados, Bolívia, Chile, Colômbia, Costa Rica, Dominica, Equador, Granada, Haiti, Honduras, Jamaica, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, República Dominicana, El Salvador, São Cristóvão e Névis, Santa Lúcia, Trinidad e Tobago e Uruguai. Em média, no período analisado, tais países foram destino de 87,58% das exportações do Paraná para a América Latina e Caribe. Os demais países latino-americanos e caribenhos não foram incluídos devido à ausência de dados para todas as variáveis e período de análise.

Gráfico 1 - Participação dos 25 países nas exportações paranaenses para a América Latina e Caribe entre 2002 e 2014



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de ALICEWEB (2017).

### Dados em painel

O termo dados em painel, segundo Baltagi (2005, p. 1), “[...] refers to the pooling of observations on a cross-section of households, countries, firms, etc. over several time periods. This can be achieved by surveying a number of households or individuals and following them over time”. Nos dados em painel, uma unidade de corte transversal, seja uma família, uma empresa ou um estado, é acompanhada ao longo do tempo, isto faz com que os dados em painel possuam uma dimensão espacial e outra temporal.

Para Gujarati e Porter (2011), existem outros nomes para dados em painel, tais como: dados empilhados (do inglês pooled data), combinação de séries temporais e dados de corte transversal, painel de microdados, dados longitudinais, análise histórica de eventos e análise de corte. Os modelos de regressão baseados em tais dados podem ser chamados de modelos de regressão com dados em painel<sup>2</sup>.

Um painel é chamado de balanceado quando cada unidade de corte transversal possui o mesmo número de observações, ou seja, “[...] the individuals are observed over the entire sample period” (BALTAGI, 2005, p. 165). Caso cada unidade tenha um número diferente de observações, o painel é desbalanceado. Os painéis ainda podem ser classificados em curtos e longos. Em um painel curto, o número de microunidades do corte transversal, N, é maior que o número de períodos de tempo, T. Já em um painel longo, T é maior que N (GUJARATI; PORTER, 2011).

A técnica de estimação adequada é escolhida de acordo com a classificação do painel em curto ou longo. A estimação pode ser feita pelo modelo de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) para dados empilhados (pooled data), pelo modelo de efeitos fixos (MEF), e pelo modelo de efeitos aleatórios (MEA) (GUJARATI; PORTER, 2011).

A regressão de MQO para dados empilhados (pooled regression) consiste em um estimador simples que se baseia no comportamento uniforme de todos os indivíduos e ao longo do tempo e na homogeneidade das observações. O modelo é estimado aplicando o método dos MQO à amostra longitudinal (MARQUES, 2000). Assim, estima-se “[...] uma regressão “grande”, desprezando a natureza de corte transversal e de séries temporais de nossos dados” (GUJARATI; PORTER, 2011, p. 589). Devido a este procedimento, o modelo possui um grave erro de

especificação e viés ao desconsiderar a heterogeneidade existente nos dados (MARQUES, 2000).

No modelo de efeitos fixos (MEF), o intercepto pode diferir entre os indivíduos, pois cada unidade ou corte transversal pode possuir características especiais. Entretanto, a expressão “efeitos fixos” indica que o intercepto de cada indivíduo não se altera com o tempo. Isto significa que cada unidade ou corte transversal possui seu próprio valor fixo de intercepto. Além disso, o modelo pressupõe que os coeficientes angulares dos regressores não variam entre os indivíduos e ao longo do tempo. O modelo é adequado quando o intercepto do indivíduo pode estar correlacionado a um ou mais regressores (GUJARATI; PORTER, 2011).

Para considerar os diferentes interceptos, pode-se recorrer às variáveis binárias, ou seja, o intercepto com efeito fixo pode variar entre os indivíduos por meio da técnica da variável dummy. Neste caso, utilizam-se variáveis binárias para analisar o efeito individual de uma empresa, estado ou família. O modelo de mínimos quadrados com variáveis dummy para efeitos fixos (MQVD) considera a heterogeneidade existente entre os indivíduos, de modo que cada um possua seu próprio intercepto (GUJARATI, 2006; GUJARATI; PORTER, 2011).

Ao incluir variáveis binárias deve-se evitar a armadilha da variável dummy, ou seja, a colinearidade perfeita, que consiste em relações lineares exatas entre as variáveis. Assim, a inclusão de variáveis binárias deve seguir a seguinte regra: “[...] se uma variável qualitativa tem  $m$  categorias, introduza apenas  $(m - 1)$  variáveis binárias. [...] para cada regressor qualitativo, o número de variáveis binárias introduzidas deve ser um a menos que as categorias daquela variável” (GUJARATI; PORTER, 2011, p. 292).

O modelo em que os interceptos diferem entre os indivíduos é conhecido como efeitos fixos unidirecionais (one-way). Entretanto, assim como variáveis binárias podem ser utilizadas para analisar o efeito individual, o efeito tempo também pode ser analisado pela inclusão de variáveis dummy. Quando os efeitos do indivíduo e do tempo variam, o modelo é chamado de efeitos fixos bidirecionais (two-way) (GUJARATI, 2006; GUJARATI; PORTER, 2011).

O modelo de mínimos quadrados com variáveis dummy, para efeitos fixos, também pode ser utilizado tanto quando os interceptos quanto os coeficientes angulares diferem para todas as unidades individuais ou de corte transversal. Neste caso, as variáveis binárias de coeficientes angulares interativos ou diferenciais analisam as diferenças nos coeficientes angulares. Os coeficientes diferenciais de intercepto mostram quanto a categoria que recebe o valor 1 difere do coeficiente do intercepto da categoria de referência (GUJARATI, 2006; GUJARATI; PORTER, 2011).

Já a regressão pelo modelo MQVD possui problemas de estimação. Em primeiro lugar, a inclusão de muitas variáveis binárias ocasiona problemas de falta de graus de liberdade, ou seja, ausência de observações suficientes para realizar uma análise estatística significativa. Em segundo lugar, as diversas variáveis dummy no modelo podem acarretar multicolinearidade, o que pode dificultar a estimação exata dos parâmetros. Em terceiro lugar, o modelo pode não ser capaz de identificar o impacto das variáveis que não se alteram ao longo do tempo. Por fim, o termo de erro de uma unidade individual pode, por exemplo, ser correlacionado com o de outra (GUJARATI; PORTER, 2011).

No modelo de efeitos aleatórios (MEA) ou modelo de componente de erros (MCE), supõe-se que o intercepto de uma unidade individual seja extraído aleatoriamente de uma população maior com um valor médio constante. O intercepto comum representa o valor médio dos interceptos de corte transversal e o componente de erro representa o desvio aleatório do intercepto individual desse valor médio. Este modelo é adequado quando o intercepto de cada unidade de corte transversal não é correlacionada com os regressores (GUJARATI, 2006; GUJARATI; PORTER, 2011).

Para determinar qual modelo é o mais adequado, foram utilizados os seguintes testes: o teste de Chow, o teste de Hausman e o teste do multiplicador de Lagrange de Breusch e Pagan ou teste LM de Breusch-Pagan.

O teste F de Chow verifica a melhor alternativa entre o modelo pooled e o modelo de efeitos fixos. Por meio deste teste, é observado se os parâmetros do modelo são estáveis durante o período analisado. Caso exista uma quebra estrutural, o modelo de efeitos fixos é preferível ao modelo pooled. Assim, o teste possui a hipótese nula de que o intercepto é o mesmo para todas as unidades individuais, ou seja, de que o modelo pooled é preferível ao modelo de efeitos fixos. Se a hipótese nula for rejeitada, o modelo de efeitos fixos é mais adequado (MURCIA et al, 2011; NASCIMENTO, 2012).

O teste de Hausman (1978) foi desenvolvido para auxiliar na escolha entre o modelo de efeitos fixos e o modelo de efeitos aleatórios. A hipótese nula do teste é de que os estimadores do modelo de efeitos fixos e do modelo de componentes dos erros não diferem substancialmente. Se a hipótese nula for rejeitada, o modelo de componentes dos erros não é adequado, porque, provavelmente, os efeitos aleatórios estão correlacionados com um ou mais regressores. Dessa forma, o modelo de efeitos fixos é preferível ao de efeitos aleatórios ou componentes dos erros (GUJARATI, 2006; GUJARATI; PORTER, 2011).

Já o multiplicador de Lagrange de Breusch e Pagan é utilizado para escolha da melhor estimativa entre o modelo pooled e o modelo de efeitos aleatórios. A hipótese nula do teste é de que o modelo pooled é mais adequado. Caso o teste falhe em rejeitar a hipótese nula, o modelo de efeitos aleatórios não é adequado (GUJARATI; PORTER, 2011). O Quadro 1 sintetiza a escolha do modelo mais adequado a ser analisado.

Quadro 1 – Regra de decisão para escolha do modelo econométrico adotado

Tipo de teste	Resultado do teste	
	Significativo	Não significativo
Teste F de Chow	É preferível o modelo de efeito fixo	É preferível o modelo Pooled
Teste de Breusch e Pagan (Multiplicador de Lagrange)	É preferível o modelo de efeito aleatório	É preferível o modelo Pooled
Teste de Hausman	É preferível o modelo de efeito aleatório	É preferível o modelo de efeito fixo

Fonte: PRATES; SERRA, 2009, p. 106.

De acordo com o Quadro 1, se o teste de Chow for significativo, o modelo de efeitos fixos deve ser utilizado. Se o teste LM de Breusch-Pagan for significativo, o modelo de efeitos aleatórios é preferível ao modelo pooled. Quando o teste de

Hausman for significativo, o modelo de efeitos aleatórios é mais adequado do que o modelo de efeitos fixos.

Os modelos de regressão com dados em painel apresentam problemas de estimação e de inferência. Ao combinarem cortes transversais e séries temporais, os problemas que afetam os dados de corte transversal, como a heterocedasticidade, e as séries temporais, como a não-estacionariedade e a autocorrelação, precisam ser corrigidos (GUJARATI, 2006).

Uma série temporal é estacionária quando sua média, variância e covariância não se alteram ao longo do tempo. Caso contrário, a série é não estacionária (GUJARATI, 2006). Para verificar a estacionariedade ou a não-estacionariedade da série foi utilizado o teste de raiz unitária de Im, Pesaran e Shin (IPS), cuja “[...] null hypothesis is that each series in the panel contains a unit root [...] and the alternative hypothesis allows for some (but not all) of the individual series to have unit roots” (BALTAGI, 2005, p. 242).

Os termos de erro  $\epsilon_i$  da regressão devem ser homocedásticos, ou seja, possuir a mesma variância (GUJARATI, 2006). Para detectar a existência de heterocedasticidade foi utilizado o teste Breusch-Pagan, o qual possui a hipótese nula de homocedasticidade.

Outro problema de estimação é a autocorrelação, que corresponde a “[...] correlação entre integrantes de séries de observações ordenadas no tempo [como as séries temporais] ou no espaço [como nos dados de corte transversal]” (GUJARATI, 2006, p. 358). O teste de Wooldridge foi utilizado para verificar a presença de autocorrelação. Este teste tem como hipótese nula a ausência de autocorrelação.

### Fontes de dados e ajustes metodológicos

As séries de dados utilizadas nessa pesquisa possuem frequência anual. A análise estende-se do ano 2002 à 2014, totalizando 325 observações, as quais foram divididas em 25 painéis na estimação da Equação Gravitacional. Cada painel corresponde a um país latino-americano e caribenho importador de produtos paranaenses.

As séries anuais de exportações paranaenses, obtidas do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) através do sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior (meio Web) (ALICEWeb2), foram deflacionadas pelo Índice de Preços ao Consumidor (IPC) anual dos Estados Unidos, obtido pelo IPEADATA, e convertidas para mil dólares.

O Produto Interno Bruto (PIB) do Paraná a preços correntes, em mil reais, coletado do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) pelo Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), foi convertido para dólares pela taxa de câmbio anual média, disponibilizada pelo IPEADATA, e deflacionado pelo IPC dos Estados Unidos. Já o PIB dos países latino-americanos e caribenhos foi obtido pelo Banco Mundial, deflacionado pelo IPC dos Estados Unidos e convertido para mil dólares.

A população do Paraná e dos países importadores considerados na análise foram obtidas, respectivamente, do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES) e do Banco Mundial.

Os dados sobre a distância em quilômetros entre a capital paranaense e a capital dos países importadores foram obtidos do Horloge Parlante. A extensão territorial dos países importadores foi obtida do IBGE.

### Análise e discussão dos resultados

Este estudo buscou analisar os determinantes das exportações paranaenses para os países da América Latina e Caribe através do Modelo Gravitacional. Para tal, foram estimados três modelos, por meio dos dados em painel, para chegar à melhor Equação Gravitacional a ser analisada: o modelo Pooled, o modelo de Efeitos Fixos e o de Efeitos Aleatórios.

O teste de raiz unitária de Im, Pesaran e Shin (IPS) indicou a presença de raiz unitária nas variáveis PIB dos países importadores e população do Paraná. Deste modo, tais variáveis foram estimadas em primeira diferença.

Para definir o melhor modelo a ser analisado foram utilizados os testes de Chow, Hausman e LM de Breusch-Pagan. O teste de Chow, que compara o modelo Pooled e o de Efeitos Fixos, mostrou que o de Efeitos Fixos é preferível ao Pooled. Já os testes de Hausman e LM de Breusch-Pagan rejeitaram, respectivamente, o modelo de Efeitos Fixos e o Pooled em favor do modelo de Efeitos Aleatórios. Assim, os testes indicaram que o modelo de Efeitos Aleatórios é melhor em relação aos modelos Pooled e de Efeitos Fixos.

Após definir o melhor modelo a ser analisado, foram realizados testes para detectar a presença de heterocedasticidade e autocorrelação. O teste Breusch-Pagan rejeitou a hipótese nula de variância constante, o que indica a presença de heterocedasticidade. Já o teste de Wooldridge indicou a presença de autocorrelação, ou seja, rejeitou a hipótese nula de ausência de autocorrelação de primeira ordem. Assim, o modelo de Efeitos Aleatórios foi estimado com correção de heterocedasticidade, com correção de autocorrelação e com ambas as correções. A Tabela 1 apresenta as equações estimadas, bem como os testes realizados para definir o melhor modelo e para detectar a heterocedasticidade e autocorrelação.

Tabela 1 - Equação gravitacional estimada para as exportações paranaenses para a América Latina e Caribe entre 2002 e 2014

Variáveis	Regressão Pooled	Efeitos Fixos (EF)	Efeitos Aleatórios (EA)	EA com correção de heterocedasticidade	EA com correção de autocorrelação	EA com correção de heterocedasticidade e autocorrelação
Constante	4,201358 (2,400315)	-5,334517 (21,58867)	3,98976 (3,536403)	3,98976 (2,78118)	2,753847 (3,438309)	3,98976 (3,536403)
PIB do Paraná	0,3601149* (0,11428)	0,4225532* (0,1582759)	0,3668516* (0,079805)	0,3668516* (0,130265)	0,4332779* (0,1078658)	0,3668516* (0,079805)
PIB dos países importadores	1,371986* (0,6214082)	1,721361* (0,4358902)	1,713497* (0,4332518)	1,713497* (0,5596469)	1,242823* (0,3749704)	1,713497* (0,4332518)
População do Paraná	3,763862 (3,136188)	4,082192 (2,167462)	3,927575 (2,13398)	3,927575 (2,051729)	2,343381 (1,742046)	3,927575 (2,13398)
População dos países importadores	1,126708* (0,0760879)	0,4631389 (1,620874)	1,113956* (0,2182509)	1,113956* (0,2298878)	1,116517* (0,1919573)	1,113956* (0,2182509)
Distância	-1,982795* (0,1479453)	-	-1,960944* (0,4233931)	-1,960944* (0,2334007)	-1,969435* (0,3709108)	-1,960944* (0,4233931)
Área dos países importadores	-0,1729186* (0,0593888)	-	-0,1657139 (0,1705199)	-0,1657139 (0,1757294)	-0,1591566 (0,1498953)	-0,1657139 (0,1705199)
Dummy Mercosul	0,0865187 (0,1792215)	-	0,0869569 (0,5186699)	0,0869569 (0,2850466)	0,0764654 (0,454014)	0,0869569 (0,5186699)
Observações	300	300	300	300	300	300
Grupos	-	25	25	25	25	25
Períodos	-	12	12	12	12	12
R-Squared	0,8989	-	-	-	-	-
Adj R-squared	0,8965	-	-	-	-	-
R-sq within	-	0,1498	0,1493	0,1493	0,1412	0,1493
R-sq between	-	0,8052	0,9393	0,9393	0,9396	0,9393
R-sq overall	-	0,7618	0,8988	0,8988	0,8986	0,8988
Teste F	370,98	11,94	-	-	-	-
Teste de Hausman	-	0,52	-	-	-	-
Teste LM de Breusch-Pagan	460,86	-	-	-	-	-
Teste de Wald	-	-	354,99	1.342,07	439,66	354,99
Teste de Chow	48,63	-	-	-	-	-
Teste de heterocedasticidade	-	-	5,26	-	-	-
Teste de autocorrelação	-	-	17,593	-	-	-

Fonte: Resultado da pesquisa (2017).

\*Significativo ao nível de 5% de significância.

Nota: os valores entre parênteses correspondem aos erros-padrão. Todas as variáveis estão expressas em logaritmo natural. No modelo de Efeitos Fixos, as variáveis distância, área dos países importadores e Dummy Mercosul foram omitidas por causa da colinearidade. A variável dependente corresponde às exportações paranaenses.

Os resultados mostram que, de acordo com o modelo de Efeitos Aleatórios com correção de heterocedasticidade e autocorrelação, as variáveis independentes explicam, no geral, 89,88% da variável dependente. Entre as unidades (R-sq between), o ajuste do modelo é de 93,93% e dentro das unidades (R-sq within) o ajuste é de 14,93%. Assim, o PIB e a população do Paraná, o PIB e a população dos países importadores, a distância entre a capital do Paraná e a do país importador, a extensão territorial do país importador e a dummy Mercosul explicam 89,88% das exportações paranaenses para os países latino-americanos e caribenhos entre 2002 e 2014.

O coeficiente PIB do Paraná foi estatisticamente significativo e apresentou sinal esperado pela teoria, indicando que um aumento de 1% no PIB paranaense eleva as exportações do estado em 0,37%.

O coeficiente do PIB dos países importadores apresentou o sinal positivo esperado e foi estatisticamente significativo. De acordo com ele, um crescimento de 1% na renda dos países latino-americanos e caribenhos que importam produtos paranaenses faz com que as exportações do Paraná aumentem 1,71%.

A variável população do Paraná apresentou o sinal positivo esperado, entretanto não foi estatisticamente significativa. Segundo seu coeficiente, uma elevação em 1% na população paranaense aumenta as exportações do estado em 3,93%. O coeficiente da população dos países importadores também obteve o sinal esperado e foi estatisticamente significativo, indicando que um acréscimo em 1% na população dos países importadores ocasiona um aumento de 1,11% nas exportações paranaenses.

A variável área dos países importadores foi estatisticamente insignificante, porém apresentou o sinal esperado. Seu coeficiente indicou que um aumento de 1% na área do país importador reduz as exportações do Paraná em 0,17%. Esta variável demonstra a autossuficiência de um país em relação ao comércio internacional com outros países. Isto ocorre pois quanto maior a extensão territorial de uma nação maior sua disponibilidade de recursos naturais, o que torna o país mais autossuficiente e diminui sua necessidade de comercializar internacionalmente (AZEVEDO; REIS; LÉLIS, 2013).

A distância entre a capital paranaense e a capital do país importador apresentou o sinal esperado e foi estatisticamente insignificante. De acordo com seu coeficiente, um aumento de 1% na distância entre as capitais reduz as exportações do estado em 1,96%.

A dummy incluída para captar o efeito das exportações paranaenses os países membros do MERCOSUL foi estatisticamente insignificante. Entretanto, seu coeficiente<sup>3</sup> indica que as exportações paranaenses para os países pertencentes ao bloco aumentaram 9,08% no período analisado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa sobre os determinantes das exportações pode ajudar na formulação de políticas para estimular o crescimento dessa variável tão importante para geração de emprego na economia regional. No modelo estimado, a maioria das variáveis apresentaram resultados estatisticamente significativos.

No resultado da equação é possível observar que o maior impacto nas exportações paranaenses ocorre quando o PIB dos países demandantes da América Latina eleva-se, mas também há impacto positivo quando o PIB do Paraná aumenta. Isto mostra que os produtos exportados, em sua maioria, são manufaturados e produzidos voltados para exportação, sendo assim, não competem diretamente no mercado interno, pois uma vez que se eleva a renda interna fomenta a capacidade interna de exportar não de consumir estes produtos.

Neste sentido, outro fator que corrobora com esta análise é que a variável população paranaense não foi significativa enquanto que a população dos países importadores foi. Novamente, este comportamento sinaliza que os produtos exportados pelo Paraná são, em sua maioria, destinados ao consumo interno nos países importadores, sendo assim, a variação a população dos países importadores tem impacto direto na demanda das exportações paranaenses.

De maneira geral, os resultados obtidos permitem afirmar que as variáveis escolhidas explicam 89,89% das exportações paranaenses para os países da América Latina e Caribe considerados no estudo, no período de 2002 - 2014.

Não obstante, os resultados apresentados nesse trabalho inspira a realização de novos estudos para ampliar o conhecimento dos determinantes das exportações, pois a cada estudo realizado, novas variáveis podem se tornar importantes auxiliares aos formuladores de políticas visando o crescimento econômico através do estímulo às exportações paranaenses. Finalmente, na continuidade dessa pesquisa, espera-se identificar o peso de cada uma das variáveis estudadas com o modelo gravitacional nas principais commodities exportadas pelo Paraná.

# Determinants of Paraná's exports to Latin America and the Caribbean: an application of the gravitational models

## ABSTRACT

The objective of this paper was to identify the determinants of the exports of Parana to Latin America and Caribbean. The study starts from the equation of the gravitational model applied to international trade. In order to fulfill the proposed objective, after describing the models of international trade and showing the importance of exports, are presented the determinants of Parana exports to the Latin American countries considered in the study. The application of the methodology (econometric model presented) allows to affirm that 89.89% of Parana's exports to Latin America and the Caribbean are explained by the variables chosen in the analysis: GDP of Parana, GDP of Importing Countries, Population of Parana, Distance, Importing Countries and Dummy Mercosur. The statistical results of the applied model and the chosen variables can be seen in table 1.

**KEYWORDS:** Exports. Gravitational model. Parana.

## NOTAS

1 Neste estudo foram considerados membros do Mercado Comum do Sul (MERCOSUL) os Estados Partes (Argentina, Paraguai e Uruguai) e os Estados Associados (Chile, Peru, Colômbia e Equador).

2 Os dados em painel possuem vantagens em relação aos dados em corte transversal ou às séries temporais, tais como: (1) Controlling for individual heterogeneity. Panel data suggests that individuals, firms, states or countries are heterogeneous. Time-series and cross-section studies not controlling this heterogeneity run the risk of obtaining biased results [...]. (2) Panel data give more informative data, more variability, less collinearity among the variables, more degrees of freedom and more efficiency. [...] (3) Panel data are better able to study the dynamics of adjustment. Cross-sectional distributions that look relatively stable hide a multitude of changes. (4) Panel data are better able to identify and measure effects that are simply not detectable in pure cross-section or pure time-series data. [...] (5) Panel data models allow us to construct and test more complicated behavioral models than purely cross-section or time-series data. [...] (6) Micro panel data gathered on individuals, firms and households may be more accurately measured than similar variables measured at the macro level. Biases resulting from aggregation over firms or individuals may be reduced or eliminated [...] (BALTAGI, 2005, p. 4-7).

<sup>3</sup> Segundo Gujarati (2006, p. 270), “[...] em modelos do tipo  $\ln Y_i = \beta_1 + \beta_2 D_i$ , a variação relativa de Y (isto é, sua semi-elasticidade) em relação ao regressor binário que assume valores 1 ou 0 pode ser obtida por (antilogaritmo do  $\beta_2$  estimado) - 1 vezes 100, isto é, por  $(e^{\beta_2} - 1) \times 100$ ”. Desde modo, a semi-elasticidade das exportações paranaenses em relação à dummy Mercosul pode ser calculada da seguinte forma  $(e^{0,0869569} - 1) \times 100 = 9,08$ .

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, A. F. Z. O efeito do Mercosul sobre o comércio: uma análise com o modelo gravitacional. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 34, n. 2, 2004. Disponível em: <<http://ppe.ipea.gov.br/index.php/ppe/article/viewFile/71/45>>. Acesso em: 21/02/2017.

AZEVEDO, A. F. Z.; REIS, M.; LÉLIS, M. T. C. **Os efeitos do novo regionalismo sobre o comércio**. Artigo escrito em 2013. Disponível em: <[http://www.anpec.org.br/encontro/2013/files\\_l/i7-91284dbf7eb45e2795162197c68128ff.pdf](http://www.anpec.org.br/encontro/2013/files_l/i7-91284dbf7eb45e2795162197c68128ff.pdf)>. Acesso em: 21/02/2017.

BALTAGI, B. H. **Econometric analysis of panel data**. John Wiley & Sons: Inglaterra, 2005.

BANCO MUNDIAL. **Gross Domestic Product (current US\$)**. Disponível em: <<http://databank.worldbank.org/data/home.aspx>>. Acesso em: 23/01/2017.

BANCO MUNDIAL. **Population, total**. Disponível em:  
<<http://databank.worldbank.org/data/home.aspx>>. Acesso em: 23/01/2017.

BARROS, G. S. C.; BACCHI, M. R. P.; BURNQUIST, H. L. **Estimação de equações de oferta de exportação de produtos agropecuários para o Brasil (1992/2000)**. Texto para discussão nº 865. Rio de Janeiro: IPEA, 2002. Disponível em:  
<[http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td\\_0865.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_0865.pdf)>. Acesso em 21/02/2017.

CASTILHO, M. R. O acesso das exportações do Mercosul ao mercado europeu. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 32, n.1, p. 163-198, 2002.

DEARDORFF, A. Determinants of bilateral trade: does gravity work in a neoclassical world?. In: **The regionalization of the world economy**. University of Chicago Press, 1998, p. 7-32.

FASSARELA, L. M. **Impactos das medidas técnicas e sanitárias nas exportações brasileiras de carne de frango**. 2010. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 2010.

FIGUEIREDO, A. M.; SILVA, T. A. Exportação brasileira de soja em grãos: evolução e considerações sobre seus determinantes para o período de 1980–2001. **Revista de Administração da UFPA**, v.6, n.1, Janeiro/Junho de 2004, p. 81-91.

GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria básica**. Porto Alegre: AMGH, 2011.

HORLOGE PARLANTE. **Distância entre duas cidades**. Disponível em:  
<<http://www.horlogeparlante.com/distance-entre-2-villes.html>>. Acesso em: 24/01/2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Extensão territorial dos países**. Disponível em: <<http://paises.ibge.gov.br/#/pt>>. Acesso em: 06/02/2017.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPARDES). **População do Paraná**. Disponível em:  
<<http://www.ipardes.pr.gov.br/imp/index.php>>. Acesso em: 23/01/2017.

IPEADATA. **Índice de Preços ao Consumidor (IPC) dos Estados Unidos**. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>>. Acesso em: 08/02/2017.

---

IPEADATA. **Taxa de câmbio comercial para compra**. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>>. Acesso em: 08/02/2017.

LEUSIN JR., S.; AZEVEDO, A. F. Z. O efeito fronteira das regiões brasileiras: uma aplicação do modelo gravitacional. **R. Econ. contemp.**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 229-258, maio/ago. 2009.

MARQUES, L. D. **Modelos Dinâmicos com Dados em Painel**: revisão de literatura. Escrito em 2000. Disponível em: <<http://wps.fep.up.pt/wps/wp100.pdf>>. Acesso em: 21/02/2017.

MODOLO, D. B. **A competição das exportações chinesas em terceiros mercados**: uma aplicação do modelo gravitacional. 2012. 118p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

MORTATTI, C. M.; MIRANDA, S. H. G.; BACCHI, M. R. P. Determinantes do comércio Brasil-China de commodities e produtos industriais: uma aplicação VECM. **Economia Aplicada**, Ribeirão Preto, v. 15, n. 2, 2011, pp. 311-335.

MURCIA, F. D.; SOUZA, F. C.; DILL, R. P.; COSTA JUNIOR, N. C. A. Impacto do nível de disclosure corporativo na volatilidade das ações de companhias abertas no Brasil. **Revista de Economia e Administração**, v.10, n.2, 196-218, abr./jun. 2011.

NASCIMENTO, O. C. **Estudo das decisões de estrutura de capital corporativo no novo mercado e nos níveis de governança da BM&FBOVESPA à luz das teorias Trade-off e Pecking order**. Dissertação (Mestrado) – Programa Multiinstitucional e Inter-regional de Pós-Graduação em Ciências Contábeis (UnB/UFPB/UFRN), Brasília, DF, 2012. 103f.

NASCIMENTO, F.; PREGARDIER JÚNIOR, D. A Evolução do Modelo Gravitacional na Economia. **Revista Saber Humano**, Recanto Maestro, n. 3, p. 163-175, 2013.

PRATES, R. C.; SERRA, M. O impacto dos gastos do governo federal no desmatamento no Estado do Pará. **Nova economia**, Belo Horizonte, v. 19, n. 1, Janeiro-Abril, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-63512009000100005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-63512009000100005&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 21/02/2017.

SÁ PORTO, P. C. **Os impactos dos fluxos de comércio do MERCOSUL sobre as regiões brasileiras**. 2002. 81p. Tese (Doutorado) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

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

SISTEMA DE ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES DE COMÉRCIO EXTERIOR (MEIO WEB) (ALICEWEB2). **Exportações do Paraná**. Disponível em: <<http://aliceweb.mdic.gov.br/>>. Acesso em: 23/01/2017.

SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA (SIDRA). **Produto Interno Bruto a preços correntes do Paraná**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/pimpfbr/brasil>>. Acesso em: 23/01/2017.

**Recebido:** 12 jun. 2017.

**Aprovado:** 12 dez. 2017.

**DOI:** 10.3895/rts.v14n31.6001

**Como citar:** ZANQUETTA DE PINTOR, G., M.; DE PINTOR, E.; OLIVEIRA, G. B. de; SCHNEIDER, M., B. Determinantes das exportações paranaenses para a América Latina e Caribe: uma aplicação do modelo gravitacional. **R. Technol. Soc.** v. 14, n. 31, p. 189-207, mai./ago. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/6001>>. Acesso em: XXX.

**Correspondência:**

Geisiane Michelle Zanquetta de Pintor

-

**Direito autoral:** Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

