



Lisbon School
of Economics
& Management
Universidade de Lisboa

CARLA FERREIRA

TRABALHO FINAL DE MESTRADO

DISSERTAÇÃO

UMA AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE DUAS ESPECIFICAÇÕES DO
MODELO DA GRAVIDADE: FLUXO TOTAL DE COMÉRCIO E
EXPORTAÇÕES DIRECIONAIS

CARLA CONCEIÇÃO DA SILVA FERREIRA

JULHO - 2026



Lisbon School
of Economics
& Management
Universidade de Lisboa

CARLA FERREIRA

TRABALHO FINAL DE MESTRADO
DISSERTAÇÃO

UMA AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE DUAS ESPECIFICAÇÕES DO
MODELO DA GRAVIDADE: FLUXO TOTAL DE COMÉRCIO E
EXPORTAÇÕES DIRECIONAIS

CARLA CONCEIÇÃO DA SILVA FERREIRA

SUPERVISÃO:
PROFESSOR PEDRO LEÃO

JULHO - 2026



**Lisbon School
of Economics
& Management**
Universidade de Lisboa

GLOSSÁRIO

CEPII – *Centre d’Études Prospectives et d’Informations Internationales*

FMI – Fundo Monetário Internacional

FRED – *Federal Reserve Economic Data*

OLS – *Ordinary Least Squares* (Método dos Mínimos Quadrados Ordinários)

ONU – Organização das Nações Unidas

PIB – Produto Interno Bruto

PPML – *Poisson Pseudo-Maximum Likelihood* (Pseudo-Máxima Verosimilhança de Poisson)

RESET – *Regression Equation Specification Error Test* (Teste de Erro de Especificação da Equação de Regressão)

VIF – *Variance Inflation Factor* (Fator de Inflação da Variância)

RESUMO, PALAVRAS - CHAVE E CLASSIFICAÇÕES JEL

O modelo de gravidade é a abordagem empírica dominante para explicar os determinantes do comércio. No entanto, na literatura académica existem diferentes modelos que utilizam ou o comércio bilateral total ou as exportações bilaterais direcionais como variável dependente sem fazer uma discussão explícita sobre esta diferença metodológica. Este trabalho compara empiricamente estas duas especificações do modelo da gravidade, considerando um modelo simétrico, baseado no comércio total, e um modelo direcional, baseado nas exportações bilaterais. Os modelos são estimados em forma de regressões log-lineares pelo método dos mínimos quadrados ordinários com erros padrão robustos, utilizando uma amostra de 40 países referente ao ano de 2024. O trabalho analisa ambos os modelos em relação à sua formulação metodológica, ajustamento estatístico e interpretação económica dos resultados. Os resultados obtidos mostram que as variáveis principais do modelo de gravidade, a dimensão económica e a distância geográfica, mantêm-se robustas em ambos os modelos. Por outro lado, as variáveis relativas à língua comum, volatilidade da taxa de câmbio, contiguidade, moeda comum e o regime cambial fixo são sensíveis à variável dependente usada pela especificação. O modelo direcional captura as assimetrias entre o exportador e o importador e acrescenta informação adicional relativa aos mecanismos económicos associados aos fluxos de exportação, enquanto o modelo simétrico obteve melhor ajustamento estatístico e uma interpretação mais direta da integração comercial. O trabalho conclui que os modelos não são concorrentes, devendo a sua escolha considerar o fenómeno económico e questão de investigação em análise.

PALAVRAS-CHAVE: Modelo de Gravidade; Integração Comercial; Exportações Bilaterais; Comércio Bilateral

CLASSIFICAÇÕES JEL: C21; F14; F15

ABSTRACT, KEYWORDS AND JEL CODES

The gravity model is the dominant empirical approach to explaining trade. However, there are different models currently in use in the academic literature that opt for either total bilateral trade or export flows as the dependent variable without an explicit methodological discussion. This study compares the two gravity model specifications by considering a symmetric model, based on total bilateral trade, and a directional model, based on export flows. Both models are estimated using log-linear ordinary least squares regressions with robust standard errors on a sample of 40 countries for the year 2024. The dissertation analyses both in terms of their methodological formulation, statistical fit and economic interpretation of the results. The results show that the main determinants of trade - economic size and geographical distance – remain robust across both models. On the other hand, variables such as common language, exchange rate volatility, contiguity, common currency and a fixed exchange rate regime are sensitive to the specification used. The directional model captures the asymmetries between the exporter and the importer and provides additional information regarding the economic mechanisms associated with export flows, whilst the symmetric model achieved a better statistical fit and a clearer interpretation of the results for trade integration. This study concludes that the models are not mutually exclusive, and the methodological choice between them should consider the economic phenomenon and the research question under investigation.

KEYWORDS: Gravity Model; Trade Integration; Bilateral Exports; Bilateral Trade

JEL CODES: C21; F14; F15

ÍNDICE GERAL

Glossário	i
Resumo, Palavras - Chave e Classificações JEL	ii
Abstract, Keywords and JEL Codes	iii
Índice Geral	iv
Índice de Figuras	vi
Índice de Tabela.....	vii
Reconhecimentos.....	viii
1. Introdução	1
2. Revisão da Literatura.....	3
3. Metodologia.....	7
3.1. Variáveis e Fontes de Dados	7
3.2. Especificações do Modelo	8
3.3. Construção de Variáveis Derivadas.....	10
3.4. Amostra e Estrutura de Dados	11
3.5. Método de Estimação	11
4. Resultados empíricos.....	12
4.1. Estatística Descritiva	12
4.1.1. Média, Desvio Padrão e Dispersão	12
4.1.2. Matriz de Correlação	12
4.1.3. Histogramas e Gráficos de Dispersão.....	13
4.2. Estimações e Análise dos Resultados do Modelo Simétrico	13
4.3. Estimações e Análise dos Resultados do Modelo Direcional.....	18
4.4. Testes de diagnóstico.....	21

5. Comparação das duas Especificações do Modelo de Gravidade.....	23
5.1. Comparação Metodológica.....	23
5.1.1. Natureza da variável dependente.....	23
5.1.2. Estrutura das observações.....	23
5.1.3. Informação económica capturada.....	24
5.2. Comparação dos Resultados Empíricos	25
5.2.1. Variáveis Económicas	25
5.2.2. Variáveis Geográficas e Históricas.....	26
5.3. Síntese Comparativa	27
6. Conclusão	29
Referências	31
Anexo.....	33

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - Histograma Comércio Internacional Transformação Logarítmica	36
FIGURA 2 - Comércio Internacional em Nível	36
FIGURA 3 - Histograma PIB	36
FIGURA 4 – Gráfico de Dispersão (Comércio Internacional v Distância)	37
FIGURA 5 – Gráfico de Dispersão (Comércio Internacional v PIB)	37
FIGURA 6 – Resíduos do Modelo Simétrico	37
FIGURA 7 – Resíduos do Modelo Direcional	37

ÍNDICE DE TABELA

TABELA I - Variáveis Explicativas	7
TABELA II - Resultados das Regressões (Modelo Simétrico).....	14
TABELA III - Resultados das Regressões (Modelo Direcional)	18
TABELA IV – Resultados dos Testes de Diagnóstico.....	21
TABELA V – Estatística Descritiva das Variáveis Contínuas.....	33
TABELA VI – Tabela de Frequência das Variáveis Dummy	33
TABELA VII – Matriz de Correlação das Variáveis (Simétrico).....	34
TABELA VIII – Matriz de Correlação das Variáveis (Direcional)	35
TABELA IX – Valores Observados para o Par EUA/CAN.....	35
TABELA X – Valores Observados para EUA/MEX e DEU/FRA	36

RECONHECIMENTOS

Gostava de agradecer ao Professor Pedro Leão pela disponibilidade e compreensão que demonstrou ao sugerir um novo tema com o objetivo de concluir o trabalho e pelos seus comentários e orientação ao longo destes meses.

Quero agradecer a todos amigos e familiares que me ouviram e incentivaram a terminar o mestrado e, em particular, a um amigo que esteve presente em muitas sessões de estudo ao longo destes dois anos e nunca se cansou de me lembrar o quanto acreditava em mim.

Finalmente, gostava de agradecer aos meus pais que desde o dia em que nasci nunca saíram do meu lado e trabalham e lutam ainda até ao dia de hoje para me ver realizada e me dar tudo aquilo que nunca ninguém lhes deu.

O modelo de gravidade é atualmente a principal ferramenta empírica para o estudo do comércio internacional, coexistindo especificações que utilizam o comércio total ou as exportações bilaterais direcionais como variável dependente. Este trabalho compara empiricamente ambas as opções através da estimação de dois modelos para uma amostra de 40 países em 2024. Os resultados obtidos mostram que os determinantes principais do comércio se mantêm robustos, mas que a interpretação económica dos coeficientes e o ajustamento estatístico são sensíveis à escolha da variável dependente. O trabalho conclui que os modelos são complementares e adequados a diferentes objetivos de investigação.

1. INTRODUÇÃO

Durante o século XX, a teoria de *Heckscher-Ohlin* (HO) dominou as explicações para o comércio, porém anomalias empíricas surgiram. A teoria falhava em explicar alguns dos padrões de comércio observados, em particular entre economias ricas em fatores de produção similares e intraindustrial. Na década de 60, Tinbergen publica *Shaping the World Economy* à qual é atribuída a introdução das equações de gravidade na disciplina. O autor observou correlações muito fortes entre comércio, PIB e distância e apresentou um modelo semelhante à lei gravitacional clássica. Em contraste com os modelos ricardiano e de HO, o modelo gravitacional dispunha inicialmente apenas de robustez empírica. Beneficiando da refinação teórica por autores como Krugman, Anderson e van Wincoop, o modelo de gravidade tornou-se a corrente dominante para o estudo do comércio internacional nas últimas duas décadas, tendo as mais variadas aplicações no desenvolvimento e avaliação de política comercial (Anderson & van Wincoop, 2001; Bacchetta et al., 2012; Krugman et al., 1998/2012). A robustez empírica do modelo permitiu o estabelecimento dos grandes fatores determinantes de comércio: tamanho económico (PIB), distância e resistência multilateral (Anderson & van Wincoop, 2001; Krugman, 1980). Contudo, a literatura económica não limita explicitamente a especificação empírica. Em particular, apesar da discussão ser em torno do valor do fluxo de comércio, sugerindo uma relação bilateral, as especificações modernas utilizam como variável dependente a exportação bilateral direcional (Bacchetta et al., 2012; Yotov et al., 2016).

Esta dissertação tem o objetivo de comparar empiricamente as duas abordagens e procurar entender quais as consequências metodológicas e interpretativas da alteração da variável dependente, assim como o seu ajuste estatístico. Procurará responder à questão: quais as consequências da escolha entre as duas variáveis dependentes? Para tal, além da significância estatística, a dissertação irá analisar os eixos de diferença entre as duas

variáveis dependentes: o tamanho da amostra, simetria vs direcional, o papel do exportador e importador e a aproximação conceptual ao modelo de gravidade base.

O próximo capítulo faz a revisão da literatura relevante ao modelo de gravidade e explicará a base teórica para as duas especificações testadas. A secção seguinte descreve a metodologia para a construção de base de dados, incluindo a amostra e variáveis derivadas, assim como todas as especificações testadas e o método de estimação utilizado. O seguinte capítulo apresenta os resultados empíricos, começando pela estatística descritiva relevante a cada variável e de seguida os resultados da estimação das regressões, terminado com testes de diagnóstico. O quinto capítulo faz a análise comparativa entre as duas especificações seleccionadas para cada modelo, considerando diferenças conceptuais, metodológicas e as vantagens e desvantagens de ambos os modelos. A secção seguinte conclui o trabalho.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Em *Shaping the World Economy*, Tinbergen procurava compreender entre quais pares de países se encontrava menos comércio do que o esperado se a estrutura seguisse uma lógica de otimização de divisão de trabalho. Tinbergen concluiu que os determinantes mais significativos eram o tamanho do país, medido em PIB, e a distância geográfica entre os pares. Foram feitos cálculos para três grupos de dados, e de forma consistente foi identificada uma correlação positiva entre o volume de comércio e o PIB e uma correlação negativa entre distância e volume de comércio. Esta pesquisa surgiu no contexto de uma análise dos fatores externos que países em desenvolvimento enfrentavam e a pergunta do autor focava-se na discussão da política comercial, não na estrutura do comércio. Marcou o início da corrente do modelo gravitacional na literatura (Tinbergen, 1962/1964).

Em 1980, Krugman publica *Scale Economies, Pattern Differentiation, and the Pattern of Trade* no jornal *American Economic Review*. O autor reconhece a necessidade de desenvolver uma nova teoria de comércio internacional, principalmente para explicar trocas entre economias com dotação de fatores de produção semelhantes. Neste artigo, Krugman comprova que economias de escala e diferenciação de produto podem gerar comércio bilateral entre economias similares e demonstra uma relação positiva entre a dimensão do mercado nacional e o volume de comércio. Conclui ainda que “ (...) *in the presence of increasing returns, countries will tend to export the goods for which they have large domestic markets*”. Assim, apesar do autor não discutir explicitamente o modelo gravitacional, contribui para a sustentação teórica dos efeitos observados ao relacionar a dimensão económica com a intensidade de trocas comerciais (Krugman, 1980).

Um ponto marcante na literatura é a publicação de *The Case of the Missing Trade* em 1995 por Trefler. No artigo, o autor chama atenção para os desvios de fluxo de comércio reais face às previstas pelo modelo HO, abrangendo também outros modelos que utilizam as hipóteses de retorno crescente à escala e de competição imperfeita. O autor sugere que preferência nacional poderia ser um fator relevante a considerar. (Head & Mayer, 2014; Trefler, 1995)

No mesmo ano, McCallum publica um artigo que mostra relevância das fronteiras nos fluxos de comércio, usando o caso de estudo Canadá-EUA. Utilizando um modelo simples de gravidade, o autor analisa o comércio entre diferentes províncias canadenses e estados americanos e mostra que o comércio intra fronteiriço é substancialmente maior que o previsto caso a fronteira não existisse (McCallum, 1995).

Em *Gravity with Gravitas*, Anderson e van Wincoop respondem diretamente aos resultados de McCallum e obtém resultados semelhantes, mas numa dimensão reduzida, chegando à conclusão que os resultados anteriores sobrestimavam muito o efeito da fronteira devido à omissão de variáveis, nomeadamente dos efeitos de resistência multilateral, e o tamanho da economia canadense. A resistência multilateral encapsula não só a resistência ao comércio entre i e j mas as barreiras enfrentadas em relação a todos os outros possíveis parceiros alternativos de i ou j. No modelo dos autores, o preço do bem incorpora os custos associados ao comércio, consequentemente a resistência multilateral é expressa matematicamente por índices de preço. Replicando a experiência de McCallum com dados de 1993, eles mostram que os índices de *remoteness* são aproximações muito imperfeitas porque não incluem informação sobre fronteiras nacionais, nomeadamente tarifas e diferenças regulatórias, acrescentando assim pouco poder explicativo. No entanto, a sua maior contribuição advém da derivação de uma nova equação gravitacional, que assume (1) todos os bens são diferenciados pelo local de origem e (2) que os consumidores têm preferências idênticas e homotéticas, aproximadas pela função de utilidade CES. Assim, os autores chegam à nova formulação das equações de gravidade:

$$(1) \quad x_{ij} = \frac{y_i y_j}{y^w} \left(\frac{t_{ij}}{P_i P_j} \right)^{1-\sigma}$$

$$(2) \quad P_j^{1-\sigma} = \sum_i \theta_i P_i^{\sigma-1} t_{ij}^{1-\sigma}$$

Onde:

- x_{ij} = exportações de país i para j
- $y_{i,j,w}$ = rendimentos do país exportador, importador e o mundo respetivamente

- t_{ij} = barreiras bilaterais entre par de países i e j
- σ = elasticidade de substituição de bens, em que $\sigma > 1$
- $P_{i,j}$ = resistências multilaterais entre i e j com o resto do mundo
- θ_i = peso económico de cada outro país

Os resultados da nova estimação demonstram que as barreiras comerciais têm um efeito relativamente maior no comércio internacional em países grandes, e que reforçam o comércio intranacional em países de dimensão económica menor. Concluem também que o efeito fronteira anormalmente elevado reportado por McCallum surge em grande parte pela omissão das resistências multilaterais. Salientam também que é expectável que o efeito fronteira pareça maior quando observado da perspetiva da economia menor, pois a fronteira irá ter um impacto relativamente maior no comércio interno da economia pequena, aumentando o rácio usado por McCallum para medir o efeito.

A nível de estimação dos termos de resistência multilaterais, Redding e Venables demonstram que é possível aproximar a resistência multilateral com efeitos de fixos de importador e exportador, evitando ter de determinar explicitamente as resistências multilaterais definidas por Anderson e Van Wincoop. Assim, a equação de gravidade pode ser representada por:

$$(3) \quad \ln X_{ij} = \alpha_i + \gamma_j + \beta \ln t_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Em que α_i e γ_j representam os efeitos fixos do exportador e importador, capturando todos os efeitos não observados específicos de cada país, incluindo as resistências multilaterais. Tendo aparecido inicialmente apenas como uma ferramenta empírica, o modelo de gravidade é agora a teoria dominante na análise de fluxos de comércio. Com a evolução da discussão, autores apresentaram formulações diferentes nas suas contribuições, não havendo consistência clara entre a variável dependente utilizada – comércio bilateral total ou exportações bilaterais direcionais.

O presente estudo pretende comparar empiricamente as duas abordagens. A primeira formulação é associada às publicações de Tinbergen e Krugman, que utiliza o comércio total como variável dependente (Krugman et al., 1998/2012). A segunda formulação opta pela exportação direcional e é associada à literatura mais recente, tendo

sido também adotada por organizações internacionais como a OMC (Bacchetta et al., 2012). Especificamente:

a) Modelo 1 (Krugman e Tinbergen):

$$(4) \quad T_{ij} = \frac{AY_iY_j}{D_{ij}}$$

Onde:

- T_{ij} = Comércio total entre i e j (variável dependente)
- $Y_{i,j}$ = Rendimento de i e j, respectivamente
- D_{ij} = Distância entre i e j
- A = Constante

b) Modelo 2 (OMC):

$$(5) \quad X_{ij} = GS_iM_j\phi_{ij}$$

Onde:

- X_{ij} = valor monetário das exportações de i para j (variável dependente)
- M_j = fatores específicos do importador
- S_i = fatores específicos do exportador
- G = variável não dependente de i ou j
- ϕ_{ij} = facilidade de acesso do exportador i ao mercado de j

A dissertação irá estimar as duas formulações com a mesma amostra de países e serão comparadas em relação ao seu ajuste, poder explicativo e resultados.

3. Metodologia

3.1. Variáveis e Fontes de Dados

Ambos os modelos utilizam o mesmo conjunto de variáveis explicativas, descritas na tabela I.

TABELA I

Variável	Descrição	Fonte
X_{ij}	Exportação de Bens e Serviços de i para j	BaTIS & <i>UN Comtrade</i> (OCDE, 2024; ONU, 2026)
C_{ij}	Comércio bilateral total entre país i e j	BaTIS & <i>UN Comtrade</i> (OCDE, 2024; ONU, 2026)
PIB_i	Produto interno bruto do país i	<i>World Development Indicators & World Economic Outlook</i> (Banco Mundial, 2026; FMI, 2026)
PIB_j	Produto interno bruto do país j	<i>World Development Indicators & World Economic Outlook</i> (Banco Mundial, 2026; FMI, 2026)
D_{ij}	Distância entre país i e j	GeoDist Database (Mayer & Zignago, 2011)
$Volatilidade_{ij}$	Volatilidade da taxa de câmbio bilateral entre os países i e j	<i>World Development Indicators & Federal Reserve Economic Data</i> (Banco Mundial, 2026; Federal Reserve Bank of St. Louis, 2026)
$LinguaComum_{ij}$	<i>Dummy</i> = 1 se países têm língua em comum	GeoDist Database (Mayer & Zignago, 2011)
$Colonizadordireto_{ij}$	<i>Dummy</i> = 1 se um dos países tiver relação colonial direta	GeoDist Database (Mayer & Zignago, 2011)
$Contiguidade_{ij}$	<i>Dummy</i> = 1 se países partilham fronteira	The Dynamic Gravity Dataset (Gurevich & Herman, 2018)
PTA_{ij}	<i>Dummy</i> = 1 se países detém acordo de comércio preferencial	The Dynamic Gravity Dataset (Gurevich & Herman, 2018)
$Moeda Comum_{ij}$	<i>Dummy</i> = 1 se países partilham moeda	, <i>World Economic Outlook</i> (FMI, 2026)

<i>Regime Cambial Fixo_{ij}</i>	<i>Dummy</i> = 1 se par de país tem um regime cambial fixo entre si	<i>Annual Report on Exchange Arrangements and Exchange Restrictions</i> (FMI, 2024)
<i>Remoteness_i</i>	Distância media ponderada de país i e os parceiros comerciais, utilizando o PIB dos parceiros como ponderador	<i>World Development Indicators, World Economic Outlook & The Dynamic Gravity Dataset</i> (Banco Mundial, 2026; FMI, 2026; Gurevich & Herman, 2018)

3.2. Especificações do Modelo

Diferentes especificações foram testadas para os dois modelos, com a inclusão de diferentes variáveis explicativas para testar a robustez dos resultados e identificar aquela cujo ajustamento estatístico é melhor:

a) Modelo Simétrico:

Para o modelo simétrico, com a variável dependente Comércio Bilateral Total, as especificações testadas foram as seguintes:

Especificação 1 – Modelo Base

$$(6) \quad \ln C_{ij} = \beta_0 + \beta_1 (\ln PIB_i + \ln PIB_j) - \beta_2 \ln D_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Especificação 2 – Volatilidade da Taxa de Câmbio e Remoteness

$$(7) \quad \ln C_{ij} = \beta_0 + \beta_1 (\ln PIB_i + \ln PIB_j) - \beta_2 \ln D_{ij} + \beta_3 \text{Volatilidade}_{ij} + \beta_4 \text{Remoteness}_i + \beta_5 \text{Remoteness}_j + \varepsilon_{ij}$$

Especificação 3 – Variáveis Dummy

$$(8) \quad \ln C_{ij} = \beta_0 + \beta_1 (\ln PIB_i + \ln PIB_j) - \beta_2 \ln D_{ij} + \beta_3 \text{Volatilidade}_{ij} + \beta_4 \text{LinguaComum}_{ij} + \beta_5 \text{ColonizadorDireto}_{ij} + \beta_6 \text{Contiguidade}_{ij} + \beta_7 \text{PTA}_{ij} + \beta_8 \text{MoedaComum}_{ij} + \beta_9 \text{RegimeFixo}_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Especificação 4 – Variáveis estatisticamente significativas (<5%)

$$(9) \quad \ln C_{ij} = \beta_0 + \beta_1 (\ln PIB_i + \ln PIB_j) - \beta_2 \ln D_{ij} + \beta_3 \text{Volatilidade}_{ij} + \beta_4 \text{LinguaComum}_{ij} + \beta_5 \text{Contiguidade}_{ij} + \beta_6 \text{RegimeFixo}_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Especificação 5 – Modelo Completo

$$\begin{aligned} \ln C_{ij} = & \beta_0 + \beta_1(\ln PIB_i + \ln PIB_j) - \beta_2 \ln D_{ij} + \beta_3 \text{Volatilidade}_{ij} \\ & + \beta_4 \text{LinguaComum}_{ij} + \beta_5 \text{Colonizadordireto}_{ij} \\ (10) \quad & + \beta_6 \text{Contiguidade}_{ij} + \beta_7 \text{PTA}_{ij} + \beta_8 \text{MoedaComum}_{ij} \\ & + \beta_9 \text{RegimeFixo}_{ij} + \beta_{10} \text{Remoteness}_i + \beta_{11} \text{Remoteness}_j \\ & + \varepsilon_{ij} \end{aligned}$$

b) Modelo Direcional:

Para o modelo direcional, com a variável dependente Exportações Bilaterais, as especificações testadas foram as seguintes:

Especificação 1 – Modelo Base

$$(11) \quad \ln X_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \ln PIB_i + \beta_2 \ln PIB_j - \beta_3 \ln D_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Especificação 2 – Volatilidade da Taxa de Câmbio e Remoteness

$$\begin{aligned} (12) \quad \ln X_{ij} = & \beta_0 + \beta_1 \ln PIB_i + \beta_2 \ln PIB_j - \beta_3 \ln D_{ij} + \beta_4 \text{Volatilidade}_{ij} \\ & + \beta_5 \text{Remoteness}_i + \beta_6 \text{Remoteness}_j + \varepsilon_{ij} \end{aligned}$$

Especificação 3 – Variáveis Dummy

$$\begin{aligned} (13) \quad \ln X_{ij} = & \beta_0 + \beta_1 \ln PIB_i + \beta_2 \ln PIB_j - \beta_3 \ln D_{ij} + \beta_4 \text{Volatilidade}_{ij} \\ & + \beta_5 \text{LinguaComum}_{ij} + \beta_6 \text{Colonizadordireto}_{ij} \\ & + \beta_7 \text{Contiguidade}_{ij} + \beta_8 \text{PTA}_{ij} + \beta_9 \text{MoedaComum}_{ij} \\ & + \beta_{10} \text{RegimeFixo}_{ij} + \varepsilon_{ij} \end{aligned}$$

Especificação 4 – Variáveis estatisticamente significativas (<5%)

$$\begin{aligned} (14) \quad \ln X_{ij} = & \beta_0 + \beta_1 \ln PIB_i + \beta_2 \ln PIB_j - \beta_3 \ln D_{ij} + \beta_4 \text{Volatilidade}_{ij} \\ & + \beta_5 \text{LinguaComum}_{ij} + \beta_6 \text{MoedaComum}_{ij} + \varepsilon_{ij} \end{aligned}$$

Especificação 5 – Modelo Completo

$$\begin{aligned} (15) \quad \ln X_{ij} = & \beta_0 + \beta_1 \ln PIB_i + \beta_2 \ln PIB_j - \beta_3 \ln D_{ij} + \beta_4 \text{Volatilidade}_{ij} \\ & + \beta_5 \text{LinguaComum}_{ij} + \beta_6 \text{Colonizadordireto}_{ij} \\ & + \beta_7 \text{Contiguidade}_{ij} + \beta_8 \text{PTA}_{ij} + \beta_9 \text{MoedaComum}_{ij} \\ & + \beta_{10} \text{RegimeFixo}_{ij} + \beta_{11} \text{Remoteness}_i + \beta_{12} \text{Remoteness}_j \\ & + \varepsilon_{ij} \end{aligned}$$

3.3. Construção de Variáveis Derivadas

Comércio bilateral total entre país i e j é definido como:

$$(16) \quad C_{ij} = X_{ij} + X_{ji}$$

Em que cada X inclui bens e serviços:

$$(17) \quad X_{ij} = Bens_{ij} + Serviços_{ij}$$

Valor de exportações de bens é medido usando o valor FOB reportado pela UN Comtrade enquanto o de serviços corresponde ao valor da transação reportada pela base de dados BaTiS. Este método reduz erros de medida devido a discrepância de reportagem entre países. Em situações em que X_{ji} era reportado como zero, utilizou-se M_{ij} como substituto. Não estando disponível, a observação foi retirada.

A volatilidade da taxa de câmbio bilateral entre os países i e j é definida como:

$$(18) \quad Volatilidade_{ij} = sd(\Delta \ln ER_{ij})$$

$$(19) \quad ER_{ij} = \frac{E_{i,USD,t}}{E_{j,USD,t}}$$

É construída com as taxas de câmbio oficiais (LCU por USD) dadas pelo Banco Mundial de 2001 a 2024, com os valores para Taiwan recolhidas pelo FMI. As taxas de Câmbio Bilaterais foram computadas como $\Delta \ln ER_{ij,t} = \Delta \ln E_{i,USD,t} - \Delta \ln E_{j,USD,t}$ em que $\Delta \ln E_{j,USD,t} = \ln E_{j,t} - \ln E_{j,t-1}$. Volatilidade para cada país par é depois medido como o desvio padrão da diferença bilateral dos logaritmos.

A variável “*remoteness*” serve como proxy dos termos de resistência multilateral, que mede o quão longe, em média, um país está dos mercados relevantes.

$$(20) \quad Remoteness_i = \sum_{k \neq i} \left(\frac{PIB_k}{PIB_{amostra}} \right) \ln(distância_{ik})$$

Onde:

- i = país para a qual se calcula *remoteness*
- k = todos os outros países da amostra
- $distância_{ik}$ = distância entre i e k
- PIB_k = Produto interno bruto do país k

3.4. Amostra e Estrutura de Dados

A amostra usada inclui 40 países com dados ao ano de 2024. Para a especificação simétrica, 40 países geram 780 pares de países e para a especificação direcional, existem 1560 pares de países.

A amostra inclui os seguintes países: EUA, Canada, Reino Unido, Alemanha, França, Itália, Espanha, Países Baixos, Bélgica, Suíça, Suécia, Noruega, Dinamarca, Polónia, Coreia do Sul, Singapura, Hong Kong, Taiwan, Brasil, Rússia, Índia, China, África do Sul, México, Indonésia, Turquia, Argentina, Chile, Colômbia, Perú, Arábia Saudita, Emirados Árabes Unidos, Tailândia, Malásia, Filipinas, Vietname, Nigéria, Egito e Quênia.

Como alguns pares de países não apresentam dados completos de comércio, algumas observações foram removidas das amostras finais. A amostra para o modelo simétrico tem um total de 694 observações e a do modelo direcional um total de 1369 observações.

3.5. Método de Estimação

Ambos os modelos são estimados utilizando uma regressão linear por mínimos quadrados ordinários na forma log-linear através do software Stata 19 (StataCorp, 2025). Esta transformação permite interpretar os coeficientes como elasticidades. Após confirmar a presença de heterocedasticidade, os erros padrão são estimados utilizando erros robustos de White.

O modelo não usa efeitos fixos de exportador/importador visto que a amostra tem apenas uma secção transversal. Além disso, a opção por efeitos fixos iria absorver variáveis como o Produto Interno Bruto (PIB). Para evitar isto, são incluídos índices de *Remoteness* para incorporar os efeitos dos termos de resistência multilateral no modelo de gravidade.

4. RESULTADOS EMPÍRICOS

4.1. Estatística Descritiva

4.1.1. Média, Desvio Padrão e Dispersão

A tabela V (em Anexo) mostra a estatística descritiva para variáveis usadas na análise. O logaritmo do fluxo de comércio bilateral tem uma distribuição relativamente simétrica e aproximadamente normal, conforme se observa na figura 1. A transformação logarítmica da variável reduziu significativamente a assimetria positiva forte normalmente observada em fluxos de comércio. A Volatilidade da Taxa de Câmbio é fortemente assimétrica à direita, notando-se a presença de pares de países com flutuações de taxa cambial altas. Para as variáveis de *Remoteness*, a distribuição é leptocurtica e assimétrica à esquerda o que indica uma concentração de observações com valores relativamente elevados, e alguns países apresentam níveis baixos de *remoteness*, sugerindo centralidade no sistema de comércio (por exemplo, Europa Ocidental e EUA). A distribuição da variável Ln_dist é assimétrica à esquerda e parece ter caudas pesadas, indicando pares de países geograficamente muito próximos (Europa ocidental) na amostra e um número maior de pares de países distantes. Em relação às variáveis de PIB ($LnPIB_i$ e $LnPIB_j$), a distribuição é aproximadamente normal e apresenta uma ligeira assimetria à direita, o que alinha com a inclusão de algumas economias muito grandes na amostra (por exemplo, EUA e China).

A tabela VI (em anexo) ilustra a frequência das variáveis *dummy* na amostra. Cerca de 11.26% de pares de países têm uma língua em comum e 18.42% celebraram um acordo de comércio preferencial. Tanto contiguidade como uma relação de colonização direta são raras na amostra. Existe uma baixa frequência na moeda comum, estando representado pelos países da Zona Euro presentes na amostra. A amostra tem uma frequência ligeiramente maior para o Regime Cambial Fixo, refletindo os pares cujas taxas de câmbio estão anexadas ao euro e ao dólar.

4.1.2. Matriz de Correlação

A matriz de correlação (Tabela VII em anexo) demonstra que a relação entre as variáveis é a prevista pelo modelo de gravidade do comércio. A distância geográfica tem uma relação inversa com o Comércio Internacional e o tamanho da economia ($LnPIB_Soma$) tem uma forte correlação positiva. Tanto a volatilidade da taxa de câmbio

como a *remoteness* do exportador e importador apresentam uma correlação negativa com o comércio, sugerindo que a instabilidade cambial e o isolamento relativo estão associados a menores fluxos comerciais. Em relação à magnitude da correlação, a mais elevada é a do comércio com a dimensão económica (0.7643) demonstrando o papel fulcral do tamanho de uma economia para o volume de comércio. As variáveis *remoteness* são correlacionadas com as de PIB, o que é esperado devido à sua definição.

A matriz de correlação da segunda especificação (Tabela VIII em anexo) apresenta resultados semelhantes aos da primeira, com sinais consistentes com a teoria e correlações moderadas entre as variáveis, com exceção do PIB e *remoteness* que têm uma correlação maior em função da sua construção.

4.1.3. Histogramas e Gráficos de Dispersão

As figuras 1 e 2 (em anexo) são referentes aos dados de comércio internacional e demonstram o efeito da transformação logarítmica sobre a variável, sendo de tal modo assimétrica que a figura 2 usa a escala logarítmica para permitir ver a distribuição da mesma em nível. No histograma da figura 3 (em anexo) observa-se que a distribuição da variável do logaritmo do PIB mantém uma ligeira assimetria à direita, refletindo a inclusão de economias grandes como os EUA e a China.

As figuras 4 e 5 (em anexo) são gráficos de dispersão com linhas de ajuste que ilustram a correlação entre o Comércio Internacional, Distância e tamanho da economia. Os gráficos permitem ver que a variabilidade de comércio é maior a distâncias maiores, o que indica que a dispersão vertical dos resíduos parece aumentar a estas distâncias, ilustrado nas figuras 6 e 7 (em anexo), o que já sugere a presença de heterocedasticidade em ambos os modelos. Já o PIB e o Comércio Internacional têm uma variabilidade mais constante ao longo do intervalo de valores do PIB.

4.2. Estimções e Análise dos Resultados do Modelo Simétrico

Foram corridas regressões com diferentes especificações para ambos os modelos. A primeira especificação serve como base e considera apenas duas principais variáveis explicativas, distância e tamanho da economia, representado pelo Produto Interno Bruto. A segunda especificação acrescenta as variáveis de *remoteness* e volatilidade da taxa de câmbio à especificação base. A terceira especificação acrescenta à base todas as variáveis *dummy* e a volatilidade da taxa de câmbio. A quarta inclui a taxa de volatilidade e aquelas

dummys cuja significância estatística é menor que 5% na regressão anterior. A última regressão considera todas as variáveis explicativas.

TABELA II
RESULTADOS DAS REGRESSÕES (MODELO SIMÉTRICO)

	1 (Base)	2	3	4 (Preferida)	5 (Completa)
<i>Logaritmo da Distância</i>	-0.841*** (0.0388)	-0.795*** (0.0423)	-0.724*** (0.0428)	-0.722*** (0.0426)	-0.723*** (0.0471)
<i>Logaritmo do PIB Agregado</i>	0.852*** (0.0226)	0.827*** (0.0373)	0.834*** (0.0229)	0.833*** (0.0225)	0.816*** (0.0382)
<i>Remoteness do País i</i>		-0.0848 (0.0761)			-0.102 (0.0775)
<i>Remoteness do País j</i>		0.121 (0.118)			0.0460 (0.113)
<i>Volatilidade da Taxa de Câmbio</i>		-3.042*** (0.511)	-2.957*** (0.476)	-2.971*** (0.479)	-2.928*** (0.497)
<i>Língua Comum</i>			0.470*** (0.125)	0.482*** (0.114)	0.459*** (0.127)
<i>Colonizador Direto</i>			0.0416 (0.149)		0.0247 (0.150)
<i>Contiguidade</i>			0.351** (0.177)	0.337* (0.176)	0.368** (0.181)
<i>Acordo de Comércio Preferencial</i>			-0.0571 (0.0932)		-0.0564 (0.0931)
<i>Moeda Comum</i>			0.417 (0.360)		0.408 (0.360)
<i>Regime Cambial Fixo</i>			-0.280** (0.139)	-0.0959 (0.177)	-0.303** (0.139)
Constante	-17.404 (1.326)	-16.443 (3.161)	-17.197 (1.330)	-17.176 (1.309)	-15.68 (3.189)
Observações	693	693	693	693	693

R^2	0.742	0.755	0.763	0.762	0.764
R^2 ajustado	0.741	0.753	0.760	0.760	0.760

Erros padrão robustos em parêntese.

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

A especificação preferida (coluna 4) consegue obter o mesmo valor para R^2 que a especificação que usa todas as variáveis explicativas, sugerindo que as variáveis adicionais não contribuem de forma significativa para explicar o fluxo de comércio na amostra usada. Deste modo, não há um ganho relevante face à especificação completa ou à especificação 3. Além disso, os coeficientes das variáveis principais (distância, produto interno bruto) mantêm-se estáveis entre estas três especificações o que favorece a seleção da especificação 4 para a interpretação dos coeficientes.

A variável distância tem o sinal esperado para o coeficiente. Como esperado, mostra que quanto mais distante é o par, menor é o nível de integração comercial, quantificada pelo volume total de comércio entre os pares. Um aumento de 1% na distância entre dois pares de países reduz em 0.72% o fluxo de comércio bilateral, *ceteris paribus*. Os coeficientes são bastante estáveis entre as especificações testadas e são estatisticamente robustos.

Em relação à dimensão económica agregada, os coeficientes obtidos têm sinais positivos nas 5 especificações testadas, estando em conformidade com a teoria. A nível da magnitude do efeito, este mantém-se consistente com a inclusão de variáveis de controlo. Considerando a especificação escolhida, um aumento em 1% do produto do PIB entre dois pares de países aumenta 0.83% o fluxo do comércio bilateral, *ceteris paribus*. Este resultado é estatisticamente significativo a 1%.

A volatilidade da taxa de câmbio obteve sinal negativo na especificação selecionada, como é expectável. Além disso, os coeficientes mantiveram-se relativamente estáveis ao longo dos testes, assim como estatisticamente significativos a 1%. O efeito previsto de um aumento de 0.1 unidades na volatilidade da taxa de câmbio bilateral entre pares de países é a redução em 25.7%¹ do comércio bilateral, *ceteris paribus*.

¹ $\% \Delta \text{Comércio} = (e^{-2.971 \times 0.1} - 1) \times 100$

Em relação à variável língua, o coeficiente obtido tem sinal positivo, conforme a teoria prevê. Afinal, a língua comum entre pares de países é resultado de ligações históricas, por vezes associadas à colonização, mas não exclusivamente, que cria proximidade e representa outros níveis de integração entre os pares. Em consequência, é esperado que pares de países que partilhem língua têm um maior nível de volume de comércio. Se um par de países partilhar uma língua em comum, o comércio bilateral aumenta em aproximadamente 62%², *ceteris paribus*. Este resultado é estatisticamente significativo a 1 % e consistente entre as especificações testadas.

A variável da contiguidade captura uma dimensão diferente da proximidade geográfica, sendo igual à unidade para aqueles países que partilham fronteiras. Sendo a distância entre os pares muito reduzida, a teoria prevê que o volume de comércio seja alto. O modelo simétrico obteve coeficientes em conformidade com o esperado, sendo o resultado estatisticamente significativo entre 5 a 10% dependendo da inclusão de outras variáveis *dummy* de controlo. Em relação ao seu efeito sobre a variável dependente, se o par de países tiver fronteiras em comum, o volume de comércio bilateral aumenta em aproximadamente 40.1%³, *ceteris paribus*.

O Regime Cambial Fixo é uma variável cujos coeficientes são negativos pelas três especificações. Ainda assim, o seu efeito torna-se maior e mais robusto estatisticamente com a inclusão das seguintes variáveis de controlo: Colonizador Direto, Acordo de Comércio Preferencial, Moeda Comum, o que sugere correlação entre as variáveis. Além disso, já estando a volatilidade cambial presente no modelo, o Regime Cambial Fixo parece estar a capturar outro canal económico além da estabilidade monetária, como competitividade, a própria composição da amostra ou características associadas a países com regimes fixos cujo efeito é negativo sobre o comércio bilateral. Controlando os pares por relação colonial, acordo comercial e moeda comum, o regime cambial fixo está associado uma redução de 24.42%⁴ no volume total de comércio, *ceteris paribus*. O efeito negativo estimado pelo modelo é contra-intuitivo, pois a teoria prevê que uma maior estabilidade cambial beneficie o comércio. Verificando a amostra e controlando por pares com regime cambial fixo e sem acordos comerciais, relações coloniais ou sem moeda

² $\% \Delta \text{Comércio} = (e^{0.482} - 1) \times 100$

³ $\% \Delta \text{Comércio} = (e^{0.337} - 1) \times 100$

⁴ $\% \Delta \text{Comércio} = (e^{-0.280} - 1) \times 100$

comum, encontra-se pares de países que apesar de possuírem uma âncora monetária não são particularmente, comercialmente integrados, sendo o melhor exemplo EUA – Hong Kong. Isto pode sugerir que o efeito medido é específico à amostra e não deve ser generalizado.

A variável Moeda Comum tem sinal positivo, conforme a teoria prevê, pois esta representa um nível de integração monetário e político que sugere um efeito positivo no volume de comércio bilateral total, principalmente esta uma medida de integração comercial. No entanto, não obteve coeficientes estatisticamente significativos e, portanto, deve-se proceder à sua interpretação com cautela.

Em relação à variável de Colonizador Direto, os coeficientes positivos estão em linha com resultados empíricos registados na literatura. Porém, os coeficientes não são estatisticamente robustos. A amostra usada tinha apenas 26 pares de observações com uma relação colonial direta e provavelmente beneficiaria da inclusão de mais países com relações coloniais diretas.

A variável *dummy* de Acordo de Comércio Preferencial resultou num coeficiente com sinal negativo, não estatisticamente robusto, e consequentemente não representa necessariamente um efeito económico real. Contudo, o efeito esperado não é tão direto como a expectativa simples da redução de barreiras ao comércio pode sugerir. Em primeiro lugar, acordos de comércio são extremamente heterogéneos, ou seja, a União Europeia e a ASEAN têm efeitos económicos distintos, mas que são achatadas pela variável pois o seu efeito é representado da mesma forma devido à natureza da *dummy*. Por outro lado, tendo em consideração que a amostra é uma foto de 2024, os principais acordos comerciais presentes na amostra já teriam celebrados há pelo menos uma década e os seus efeitos sobre o comércio, podem razoavelmente já estarem incorporados no padrão “normal” de comércio.

As variáveis de remoteness têm sinais opostos entre exportador e importador e não têm valores consistentes entre as especificações testadas. A teoria diz que o comércio bilateral depende da atratividade relativa de todos os parceiros possíveis. No entanto, uma baixa ou alta remoteness pode produzir efeitos opostos sobre os fluxos de comércio e o sinal depende de mecanismo económico preponderante. Consideremos uma economia central, com remoteness baixa, e outra na sua orbita. Face a um choque que reduza

comércio bilateral, a economia que existe na órbita da economia central terá mais dificuldade em reduzir o comércio com o parceiro, o que sugere estabilidade nos fluxos de comércio. Já a economia central tem mais facilidade a reagir a choques e redirecionar os fluxos de exportações para outros parceiros. Ou seja, o fluxo de exportação com determinado parceiro reduziu, mas também aumentou com outros parceiros. Não é claro qual o efeito cumulativo sobre os fluxos de exportação. Por outro lado, consideremos duas economias isoladas dos mercados internacionais, sendo as economias o único parceiro viável respetivo. Os fluxos de exportação serão altos entre si e reduzidos com o resto do mundo. De novo, não é óbvio qual o efeito cumulativo que sobressai. No entanto, não sendo os resultados estatisticamente robustos, não existe evidência de que a variável esteja a capturar os efeitos dos termos de resistência multilateral.

4.3. Estimações e Análise dos Resultados do Modelo Direcional

TABELA III

RESULTADOS DAS REGRESSÕES OLS (MODELO DIRECIONAL)

	1 (Base)	2	3	4 (Preferido)	5 (Completa)
<i>Logaritmo da Distância</i>	-0.846*** (0.0315)	-0.780*** (0.0332)	-0.740*** (0.0364)	-0.762*** (0.0342)	-0.737*** (0.0381)
<i>Logaritmo do PIB do Exportador</i>	0.935*** (0.0251)	0.936*** (0.0410)	0.914*** (0.0251)	0.917*** (0.0249)	0.941*** (0.0415)
<i>Logaritmo do PIB do Importador</i>	0.800*** (0.0269)	0.735*** (0.0436)	0.782*** (0.0259)	0.785*** (0.0259)	0.739*** (0.0436)
<i>Remoteness do Exportador</i>		0.0674 (0.0827)			0.0735 (0.0840)
<i>Remoteness do Importador</i>		-0.120 (0.0879)			-0.117 (0.0877)
<i>Volatilidade da Taxa de Câmbio</i>		-3.140*** (0.425)	-3.185*** (0.413)	-3.194*** (0.417)	-3.151*** (0.423)
<i>Língua Comum</i>			0.547*** (0.0973)	0.591*** (0.0873)	0.546*** (0.0969)

<i>Colonizador Direto</i>			0.137		0.136
			(0.120)		(0.120)
<i>Contiguidade</i>			0.222		0.229
			(0.165)		(0.167)
<i>Acordo de Comércio</i>			0.0455		0.0485
<i>Preferencial</i>			(0.0721)		(0.0721)
<i>Moeda Comum</i>			-0.400*	-0.116	-0.392*
			(0.230)	(0.149)	(0.235)
<i>Regime Cambial Fixo</i>			0.254		0.249
			(0.186)		(0.188)
Constante	-19.0834	-17.102	-18.656	-18.618	-17.900
		(2.520)	(1.110)	(1.097)	(2.566)
Observações	1368	1368	1368	1368	1368
R^2	0.695	0.707	0.717	0.716	0.717
R^2 ajustado	0.694	0.706	0.715	0.714	0.715

Erros padrão robustos em parêntese.

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Tal como no modelo simétrico, a especificação 4 obtém o mesmo valor R^2 que a especificação completa, o que indica que as variáveis adicionadas não contribuem de forma significativa para o poder explicativo do modelo direcional.

Para a distância geográfica, os resultados são estatisticamente robustos e em conformidade com a teoria. Um aumento de 1% na distância entre um par de países reduz em 0.76% o fluxo de exportações bilaterais, *ceteris paribus*. Adicionalmente, os coeficientes são consistentes pelas especificações, apesar de ligeiramente menos que no modelo simétrico.

No caso das variáveis de dimensão económica, os coeficientes obtidos para o PIB do exportador e do importador são positivos e estatisticamente robustos. O PIB do exportador é a variável cujos coeficientes é a mais consistente pelas cinco especificações, o que diz que é muito pouco afetada pela inclusão de variáveis de controlo. A nível de magnitude de efeito, um aumento de 1% no PIB do exportador aumenta em 0.92% o fluxo de exportações, *ceteris paribus*. Já um aumento de 1% do PIB do importador aumenta em

0.79% as exportações, *ceteris paribus*. Note-se que a capacidade produtiva tem um efeito maior sobre as exportações que o tamanho do mercado de destino.

A volatilidade da taxa de câmbio obteve um coeficiente negativo, de acordo com o esperado, o fluxo de exportações reduz quanto mais instável é a taxa de câmbio. O efeito da variável é consistente entre as especificações testadas e estatisticamente significativo a 1%. Assim, para um aumento de 0.1 unidades na volatilidade da taxa de câmbio bilateral, o fluxo de exportações reduz 27.3%⁵, *ceteris paribus*. É de notar que no modelo direcional a magnitude do efeito da variável é superior ao do simétrico.

Tal como no modelo anterior, a variável Língua Comum teve resultados em linha com a teoria. Sobre a magnitude do efeito, se um par de países partilha a língua, verifica-se um aumento de 80.5%⁶ no fluxo de exportações, *ceteris paribus*. Este resultado é estatisticamente robusto a 1% e bastante consistente entre as especificações testadas.

Para além da estabilidade cambial, a variável da Moeda Comum inclui informação relativa a outros níveis de integração (monetário e político) que o exportador e importador partilham entre si. Assim, é razoável que uma moeda comum tenha um efeito positivo no fluxo de exportações bilaterais. Ainda assim, o coeficiente obtido tem um sinal negativo nas especificações testadas, sendo estatisticamente significativo a 10% na especificação que usa todas as variáveis de controlo. Assim, na amostra usada a moeda comum está associada a menores fluxos de exportação. Tendo em conta a composição da amostra, verifica-se que dos maiores 30 fluxos comerciais considerados, apenas 3 são entre pares com moeda comum e envolvem principalmente os EUA, a China, o Canadá, o Japão, a Coreia, o Reino Unido e a Alemanha. Assim, é provável que o sinal obtido reflita um efeito específico à amostra e não um efeito económico real.

Tal como no modelo simétrico, a Contiguidade resultou em coeficientes positivos, estando alinhado com o esperado teoricamente. Contudo, não são estatisticamente significativos em nenhuma das especificações testadas, tendo sido removida para a especificação 4. Assim, o seu efeito não deve ser considerado no modelo direcional.

A variável da Colonização Direta, em semelhança com o modelo simétrica, resultou em coeficientes com o sinal positivo esperado, mas não estatisticamente robusto

⁵ $\% \Delta \text{Exportações} = (e^{-3.194 \times 0.1} - 1) \times 100$

⁶ $\% \Delta \text{Exportações} = (e^{0.591} - 1) \times 100$

e, portanto, não foi incluída na especificação selecionada para representar o modelo direcional.

Em relação a Acordos de Comércio Preferenciais, o coeficiente obtido é positivo e consistente, mas não estatisticamente robusto e, portanto, não incluído na especificação. No entanto, a discussão feita na secção anterior sobre o efeito expectável sobre o comércio bilateral aplica-se também ao modelo direcional.

O Regime Cambial Fixo obteve coeficientes positivos, mas não estatisticamente robustos nas especificações testadas, não tendo sido incluída na especificação 4. No caso do fluxo de exportações, o efeito económico do regime cambial parece já estar a ser capturado pela variável da volatilidade da taxa de câmbio.

Tal como no modelo simétrico, as variáveis *remoteness* não são estatisticamente significativas para explicar as exportações de um país para o outro e o valor dos coeficientes são instáveis em ambas as especificações testadas, não sendo recomendado a interpretação do seu efeito. Os resultados obtidos para ambos os modelos parecem estar associados à definição da variável, o que pode significar que o seu efeito já está capturado pelas variáveis de dimensão económica e a Distância.

4.4. Testes de diagnóstico

Os resultados apresentados são referentes às duas especificações finais selecionadas para ambos os modelos.

TABELA IV
RESULTADOS DOS TESTES DE DIAGNÓSTICO

	VIF médio	Teste <i>Breusch-Pagan</i> (<i>p-value</i>)	Teste <i>White</i> (<i>p-value</i>)	RESET (<i>p-value</i>)	R^2 ajustado
Modelo Simétrico	1.14	0.0000	0.0000	0.0001	0.760
Modelo Direcional	1.10	0.0000	0.0000	0.0000	0.715

Ambos os modelos apresentam resultados de VIF relativamente perto de 1, o que indica que as regressões não têm problemas de multicolinearidade, o que é congruente com a matriz de correlação discutida no início do capítulo. Consequentemente, é possível

dizer com alguma confiança que os coeficientes obtidos para ambas as regressões são relativamente estáveis.

A nível de heterocedasticidade, em ambos os modelos o Teste *Breusch-Pagan* e de White resultaram num *p-value* <0.05 . Como tal, a hipótese nula de homocedasticidade deve ser rejeitada. Os gráficos de dispersão abaixo (figura 6 e 7) mostram os resíduos de ambas as especificações contra os valores previstos pelo modelo ($\hat{y}$). É possível observar que para níveis de comércio ou exportações menores existe uma variabilidade maior do erro. Observa-se também que os resíduos estão centrados em zero. Com a heterocedasticidade comprovada, as regressões foram calculadas usando OLS com erros de padrão robustos.

O teste RESET resultou num *p-value* $\ll 0.05$, o que significa que se rejeita a hipótese nula que diz que não existem variáveis omitidas. Sendo rejeitada, o teste diz que ambos os modelos têm variáveis omitidas, o que indica que as variáveis explicativas selecionadas para a regressão não são suficientes para explicar a variável dependente. No caso de um modelo de gravidade, a literatura aponta claramente para a falta de inclusão dos termos de resistência multilateral. As variáveis de *remoteness* que foram incluídos não são suficientes para expressar a dinâmica representada pelos termos de resistência. No entanto, a sua inclusão através dos efeitos fixos de importador/exportador iria exigir a utilização de um método de estimação diferente e uma amplitude de dados diferente. Para a sua inclusão, a amostra necessária seria em painel e o modelo de estimação PPML. No entanto, isto também teria um custo. Esta estimação não permitiria a inclusão de variáveis constante no tempo. Apesar desta limitação clara, o modelo é adequado para o objetivo da tese, na comparação da formulação simétrica ou direcional do modelo gravitacional.

A nível da qualidade do ajustamento, ambos modelos têm um ajuste superior a 70%, o que é considerado bom. O modelo simétrico aproxima-se mais de 80% de ajuste aos dados.

5. COMPARAÇÃO DAS DUAS ESPECIFICAÇÕES DO MODELO DE GRAVIDADE

5.1. Comparação Metodológica

5.1.1. Natureza da variável dependente

A variável dependente do modelo simétrico é o Comércio Bilateral Total (C_{ij}) calculado por $X_{ij} + X_{ji}$, incluindo bens e serviços, e representa a interação comercial total entre os dois países. Já o modelo direcional utiliza apenas as exportações bilaterais direcionais (X_{ij}) e, portanto, inclui a informação de um fluxo específico dentro dessa relação comercial. Isto não é apenas uma diferença quantitativa, mas também qualitativa. Não somente inclui uma parte da relação comercial, mas agora entre os pares há um exportador e um importador. Esta distinção na natureza da variável dependente tem uma consequência importante na interpretação dos coeficientes. Assim, uma diferença de 1% na mesma variável explicativa terá um efeito sobre dois fenómenos relacionados, mas não equivalentes. Se a distância aumenta 1%, o modelo simétrico alude à redução da integração entre os pares, *ceteris paribus*. No modelo direcional, o 1% de aumento na distância causa uma redução na exportação de um país para outro, *ceteris paribus*. Considere-se o exemplo dos EUA e Canadá, ilustrado na Tabela IX (em anexo).

A intensidade da relação comercial entre o par dos EUA/CAN tem um valor monetário de quase 1 trilhão de dólares; o par tem uma integração comercial muito elevada. No modelo direcional, consideramos antes os dois fluxos de exportação, um de 444 milhões e outro a 504 milhões. O primeiro modelo responderá a quais fatores afetam a intensidade da integração comercial do par. O modelo direcional responde a quais fatores afetam a quantidade de exportações dos EUA para o Canadá e vice-versa.

5.1.2. Estrutura das observações

A estrutura das observações que cada especificação exige é distinta e afeta a informação económica que se pode obter dos diferentes modelos.

A unidade de análise do modelo simétrico é um par de países. Uma observação corresponde a, por exemplo, EUA/MEX e MEX/EUA. A unidade do modelo direcional corresponde a apenas uma direção do par, EUA/MEX ou MEX/EUA. Para 50 países, o modelo simétrico terá 1225 observações. O modelo direcional terá 2450 observações. Considerando apenas um fluxo, informação extra é acrescentada ao modelo direcional:

do exportador e do importador. O reaparecimento da noção de exportador e importador não é apenas uma duplicação da mesma dinâmica pois sabemos que os fluxos de exportação não são iguais em ambos os sentidos.

5.1.3. Informação económica capturada

O modelo direcional, ao permitir duas observações por par, consegue distinguir a função de exportador e importador, que são absorvidas pelo modelo simétrico, permitindo considerar o efeito da procura importadora e da oferta exportadora. Considere-se primeiro que os fluxos de exportação não têm a mesma elasticidade em ambos os sentidos. Retomando o exemplo anterior, sabe-se que a exportação no sentido EUA - Canadá é mais reativa a certos fatores que a exportação Canadá - EUA, exatamente porque o Canadá enfrenta uma resistência multilateral distinta dos EUA. O Canadá tem um mercado interno menor que os EUA, tem menos capacidade produtiva e menos parceiros disponíveis a uma distância equivalente. Consequentemente, face a uma alteração na taxa de câmbio bilateral, por exemplo, a oferta exportadora canadense será mais inelástica. Outro elemento dos dois fluxos de exportação: os fluxos não têm necessariamente a mesma magnitude em ambas as direções. É assim possível observar quais dos parceiros comerciais assume o papel de exportador e qual assume o papel de importador na sua relação.

Assim, os parceiros comerciais não contribuem de igual forma para o corredor comercial que o modelo simétrico analisa. Nos pares considerados na tabela X (em anexo), o México e a Alemanha têm claramente um papel preponderante nos seus pares respetivos. O México tem um fluxo de exportação para os EUA num valor quase duas vezes maior que o seu inverso. O caso da Alemanha-França é um exemplo ainda mais extremo desta diferença em magnitude.

Na direção do fluxo, trazemos a assimetria da relação em duas dimensões: magnitude e elasticidade. O modelo simétrico irá tratar os dois parceiros de forma igual e consequentemente não reconhecer as resistências específicas a cada parceiro.

O terceiro elemento que separa as funções de exportador e importador é a desagregação dos PIBs respetivos. No modelo simétrico, a sua agregação dos PIBs transforma a interpretação do coeficiente obtido para o quanto a dimensão económica do par conjunta tem na integração que gozam. Ao permitir que o PIB do exportador e do

importador tenham efeitos diferentes sobre a variável dependente, o modelo direcional quantifica tanto o efeito que o tamanho da economia exportadora tem sobre as suas exportações, ou seja, a sua capacidade produtiva, mas também quanto a dimensão do mercado de destino afeta as exportações desse país. Isto significa que transformamos a ideia de um polo económico conjunto em duas forças distintas a operar sobre o mesmo fluxo. No exemplo MEX/EUA considerado na Tabela X, vemos estas duas forças aproximadas pelo valor monetário dos dois PIBs: o valor de 1 856 370 mil milhões de dólares como *proxy* da capacidade produtiva do México e a dimensão do mercado de destino, neste caso quase 28 vezes maior.

Em suma, há dois grandes pontos de divergência no significado económico dos modelos como resultados da sua formulação. O modelo simétrico procura explicar a relação comercial agregada considerando a dimensão económica conjunta dos pares, enquanto o modelo direcional foca-se no fluxo individual do exportador e inclui informação relativa às funções distintas de exportador e importador. Estas diferenças trazem alterações profundas aos canais económicos medidos.

5.2. Comparação dos Resultados Empíricos

5.2.1. Variáveis Económicas

Em relação às variáveis de dimensão económica (PIB agregado e do exportador/importador), o efeito da capacidade produtiva é ligeiramente maior sobre o fluxo de exportação que a dimensão económica agregada é sobre a integração comercial. Isto é bastante plausível. Como mencionado no capítulo anterior, a capacidade produtiva tem um efeito maior sobre as exportações que o tamanho do mercado de destino, o que sugere que apesar da dimensão económica do par ser importante para o corredor comercial entre dois países, pelo menos um dos fluxos será mais dependente da capacidade produtiva do próprio país e não do mercado de destino.

A volatilidade de taxa de câmbio é bastante estável entre os dois modelos. A diferença surge na magnitude do efeito que a volatilidade tem sobre a variável dependente. Considerando a especificação preferida, o modelo direcional tem um efeito 1.6 pontos percentuais mais fortes que o modelo simétrico. O que indica que um aumento de 0.1 unidades na volatilidade, *ceteris paribus*, tem um efeito 6.2% mais forte no modelo direcional. As exportações são mais afetadas pela volatilidade cambial do que a

integração comercial, mas o efeito é robusto no mesmo sentido. Desta forma, ambos os modelos parecem captar o mesmo fenómeno económico em intensidades diferentes. Uma interpretação possível para a divergência é que o fluxo de importações não seja tão sensível à volatilidade, apesar de não ser possível concluir com certeza.

Quanto às variáveis de *remoteness*, estas têm sinais opostos entre exportador e importador no modelo direcional e o seu inverso no modelo simétrico. As variáveis não são estatisticamente significativas em ambos os modelos. As limitações de interpretação dos coeficientes de *remoteness* não estão associados a nenhuma das variáveis dependentes, mas provavelmente à medição empírica da resistência multilateral.

Sobre a variável Moeda Comum, nenhum dos modelos obteve provas suficientes para se poder concluir qual se adequa melhor à variável. O modelo direcional resultou num coeficiente estatisticamente significativo, o que pode ter sido contributo de um maior número de observações, mas cujo efeito é contrário à teoria. Por outro lado, o modelo simétrico obteve um resultado em conformidade com a teoria, mas sem robustez estatística e que, portanto, deve ser interpretado com cautela. Esta instabilidade demonstra que a interpretação dos efeitos da presença de uma moeda comum no comércio é dependente da especificação utilizada, o que indica que é impactada pela forma de medição do comércio.

5.2.2. Variáveis Geográficas e Históricas

No caso da distância geográfica, ambos os modelos têm os resultados esperados pela teoria e a magnitude de efeito é essencialmente idêntica com apenas uma diferença de 0.014 pontos percentuais. A variável distância é muito estável entre os dois modelos.

A variável Língua Comum é estável entre os dois modelos. No entanto, a magnitude do efeito da variável no fluxo de exportações é 18.7 pontos percentuais superior no modelo direcional que no modelo simétrico, já representando uma diferença economicamente relevante. Por conseguinte, a interpretação relativa à variável é estável entre modelos, mas a sua intensidade é muito sensível à variável dependente selecionada.

Sobre a variável Colonizador Direto, nenhum dos modelos obteve resultados estatisticamente significativos e, portanto, deve-se fazer uma interpretação cautelosa dos mesmos. Como tal, não é possível concluir sobre qual modelo trata melhor a dimensão que a variável Colonizador Direto captura.

Em relação à variável Contiguidade, os coeficientes obtidos em ambos os modelos estão em conformidade com o esperado. No entanto, apenas o modelo simétrico obteve resultados estatisticamente significativos. Tal sugere que a contiguidade seja mais importante para o comércio bilateral total do que para o fluxo de exportações. A contiguidade permite trocas em ambos os sentidos, facilita a circulação de bens intermédios o que significa que as cadeias de valor são mais facilmente partilhadas entre pares contíguos.

A variável *dummy* Acordo de Comércio Preferencial obteve um coeficiente com sinal negativo no modelo simétrico e positivo no modelo direcional. Visto o coeficiente obtido pelo modelo direcional também não ser robusto estatisticamente, não é possível concluir qual dos modelos melhor se enquadra para tratar esta variável. Como já discutido no capítulo anterior, os efeitos de um ACP sobre o comércio não são imediatos e, portanto, nenhum dos modelos está necessariamente em contradição com a teoria. No entanto, os resultados mostram que a variável é sensível à variável dependente e que a medição do comércio utilizada parece afetar o mecanismo económico que esta capta.

Tal como a variável anterior, a *dummy* do Regime Cambial Fixo tem coeficientes opostos nos modelos, sugerindo que o canal económico a ser medido entre os dois modelos não é o mesmo. No modelo simétrico, esta variável *dummy* parece medir um canal económico aquém da estabilidade cambial, provavelmente associado a características únicas dos países ou dos pares presentes na amostra. Já no modelo direcional, os coeficientes não são estatisticamente robustos em nenhuma das especificações, parecendo estar a medir principalmente a estabilidade cambial, já controlado pela Volatilidade de Taxa de Câmbio. Entre os modelos, o regime cambial fixo é mais relevante numa perspetiva de integração comercial.

5.3. Síntese Comparativa

As variáveis basilares (dimensão económica, distância) do modelo da gravidade são muito robustas em ambas as especificações, e com efeitos de ordens de grandeza similares. A variável Língua Comum e Volatilidade de Taxa de Câmbio são igualmente robustas em sinal e significância nos dois modelos, mas já têm um efeito superior sobre o fluxo de exportações que o comércio bilateral total. As restantes variáveis de controlo têm sensibilidades distintas às duas especificações testadas. O modelo simétrico parece

captar com mais consistência a informação relativa ao contributo da contiguidade e de um regime cambial fixo para o comércio. As restantes variáveis testadas obtiveram resultados que não permitem concluir qual variável dependente é mais adequada ao fenómeno económico que estas variáveis captam, com exceção da variável *remoteness* cujo problema parece mais associado à medição empírica das resistências multilaterais.

A mudança da variável dependente muda o fenómeno económico estudado, a unidade de análise e a estrutura da amostra, o que resulta numa mudança sobre a interpretação dos resultados. O modelo simétrico tem uma vantagem clara nessa perspetiva pois permite uma interpretação muito intuitiva da relação entre os pares. Visto que mantém resultados estatísticos robustos e consegue um nível de ajuste aos dados muito bons, é uma excelente opção na medição da integração comercial e do padrão de comércio num sentido global. Por outro lado, onde o modelo simétrico “achata” detalhe, o modelo direcional rejeita o tratamento igual entre os pares e permite que estes assumam papéis distintos de exportador e importador, incluindo as assimetrias associadas. Isto torna a interpretação menos imediata. No entanto, ao olhar unicamente para o fluxo de exportações terá em consideração as assimetrias de reação dos parceiros comerciais às diferentes variáveis.

O modelo simétrico é muito capaz de captar a relação bilateral agregada e o corredor comercial que existe, ou seja, é necessariamente um estudo relacional. Além disso, como foi o caso com a variável Regime Cambial Fixo, pode ser mais apto a incluir informação proveniente de canais económicas mais difíceis de identificar empiricamente. Por outro lado, o modelo direcional responde principalmente à questão da decisão da exportação e atribui uma maior magnitude aos mecanismos diretamente responsáveis pelo fluxo exportador, atenuados no modelo simétrico pela agregação dos fluxos de exportação e importações. Aliada ao uso da formulação estrutural do modelo, com um método de estimação que inclua efeitos fixos, é a especificação adequada para o estudo da política comercial.

Assim, a escolha da variável dependente, não alterando os determinantes do comércio, permite especificar o fenómeno económico medido ao objetivo de estudo e melhorar a capacidade de resposta à pergunta de investigação.

6. CONCLUSÃO

Este trabalho estimou e comparou dois modelos de gravidade: o modelo simétrico (Cij) e o modelo direcional (Xij). O modelo simétrico seguiu a especificação onde a variável dependente é o volume total de comércio entre pares e o PIB de cada um dos pares em conjunto. O modelo direcional seguiu a tipificação atualmente dominante na literatura, onde a variável dependente é um único fluxo de exportações e os PIBs de cada parceiro são tratados individualmente. Para cumprir este objetivo, foram construídas duas amostras a partir de 40 países com diversas variáveis explicativas. Para cada modelo, várias especificações foram estimadas através de uma regressão linear por mínimos quadrados ordinários na forma log-linear com erros padrão robustos. Compararam-se os modelos em duas dimensões: metodológica e qualidade dos resultados.

A conclusão foi que o modelo direcional acrescenta informação económica relevante sobre o comércio internacional. No entanto, o modelo simétrico tem um melhor ajustamento estatístico. A nível metodológico, o modelo direcional inclui a assimetria da relação comercial de três formas: (1) assimetria na magnitude do fluxo exportador; (2) assimetria na elasticidade do fluxo exportador; (3) assimetria do efeito da procura importadora e oferta exportadora no fluxo exportador. As três dimensões económicas são excluídas do modelo simétrico pela construção da variável dependente como um único fluxo entre os pares e pelo acoplamento do PIB numa só variável. De uma perspectiva estatística, o modelo simétrico tem um ajuste estatístico 4.5 pontos percentuais superior ao modelo direcional, notando também que obteve significância estatística em mais variáveis explicativas. A nível de testes de diagnóstico, ambos tiveram resultados semelhantes. Os resultados das variáveis principais (distância e dimensão económica) são robustos e consistentes em ambos os modelos, produzindo efeitos semelhantes. Outras variáveis demonstram sensibilidade à especificação: volatilidade e língua comum na intensidade do seu efeito; regime cambial fixo e contiguidade na sua significância estatística; e acordo de comércio preferencial e moeda comum na sua interpretação económica.

Os modelos não são concorrentes e ambos são úteis no estudo do comércio internacional, sendo a conclusão deste trabalho que a sua aplicação deve adequar-se ao objeto de estudo. Se a pergunta de investigação for relativa ao padrão do comércio

estruturado como uma série de polos económicos a relacionar-se entre si através de trocas de bens e serviços, então o modelo simétrico é a escolha adequada. Apesar da informação económica adicional que o modelo direcional inclui, o nível de ajuste obtido para o modelo simétrico e a robustez estatística dos resultados é muito bom. Adicionalmente, as facilidades de interpretação dos coeficientes relativas à integração comercial tornam o modelo muito útil. Para a análise da política comercial, dos efeitos da integração comercial, e a criação de comércio após entrada em vigor de acordos de comércio preferenciais, o modelo direcional, aliado às conclusões da literatura moderna relativa aos efeitos fixos, é a opção adequada.

As duas principais limitações da análise deste trabalho são a natureza da amostra e a não inclusão dos termos de resistência multilateral através do uso dos efeitos fixos. Quanto ao tamanho da amostra, o número de observações foi suficiente para assegurar a resposta às perguntas de investigação no contexto deste TFM. No entanto, as variáveis moeda comum, regime cambial fixo e acordo de comércio preferencial teriam beneficiado de mais variabilidade para potencialmente obterem coeficientes estatisticamente significativos e acrescentar informação útil à comparação dos modelos. Para ultrapassar a limitação, seria útil reproduzir a análise com a inclusão de mais países representantes destas situações e analisar se as variáveis permanecem sensíveis à especificação e o que os resultados permitem concluir sobre cada modelo, assim como o mecanismo capturado pelas variáveis respetivas.

Sobre a não inclusão da resistência multilateral, as variáveis de *remoteness* não foram capazes de capturar os seus efeitos como proxy. Esta foi uma escolha deliberada devido à intenção de usar dados *cross-section* e de usar um método de estimação que não absorvesse variáveis constantes no tempo como língua comum. Como tal, os resultados obtidos continuam válidos e úteis para compreender a sensibilidade de determinadas variáveis aos modelos. No entanto, sendo o nível de ajuste dos modelos bom, o teste de RESET aponta para a falta da inclusão destes termos. Para lidar com esta limitação no futuro, dever-se-ia transformar a amostra numa secção em painel e repetir a estimação dos modelos através do método PPML. Porém, deve notar-se que esta estimação iria absorver variáveis como língua comum e moeda comum nos efeitos fixos e, portanto, também não está isenta de limitações.

REFERÊNCIAS

- Anderson, J. E., & van Wincoop, E. (2001). Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle. *NBER Working Paper Series*.
- Bacchetta, M., Beverelli, C., Cadot, O., Fugazza, M., Grether, J.-M., Helble, M., Nicita, A., & Piermartini, R. (2012). *A Practical Guide to Trade Policy Analysis*. Organização Mundial do Comércio.
- Banco Mundial. (2026). *World Development Indicators* [Conjunto de dados]. <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
- Federal Reserve Bank of St. Louis. (2026). *FRED Database* [Conjunto de dados]. <https://fred.stlouisfed.org/>
- FMI. (2024). *Annual Report on Exchange Arrangements and Exchange Restrictions 2023*.
- FMI. (2026). *World Economic Outlook Database* [Conjunto de dados]. <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database>
- Gurevich, T., & Herman, P. (2018). *The Dynamic Gravity Dataset: 1948-2016* (USITC Working Paper 2018-02-A). <https://www.usitc.gov/data/gravity/dgd.htm>
- Head, K., & Mayer, T. (2014). Gravity Equations: Workhorse, Toolkit, and Cookbook. Em *Handbook of International Economics* (Vol. 4, pp. 131–195). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-54314-1.00003-3>
- Krugman, P. (1980). Scale Economies, Product Differentiation, and the Pattern of Trade. *The American Economic Review*, 70(5), 950–959.

- Krugman, P., Obstfeld, M., & Melitz, M. (2012). *International Economics: Theory and Policy* (9^a). Pearson. (Trabalho original publicado 1998, Pearson)
- Mayer, T., & Zignago, S. (2011). *CEPII GeoDist Database* (CEPII Working Paper No. 2011-25). CEPII.
- McCallum, J. (1995). National Borders Matter: Canada-U.S. Regional Trade Patterns. *The American Economic Review*, 85(3), 615–623.
- OCDE. (2024). *The OECD-WTO Balanced Trade in Services Database (BaTIS)* [Conjunto de dados]. OECD Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.1787/c321a7a7-en>
- ONU. (2026). *UN Comtrade Database* [Conjunto de dados]. <https://comtradeplus.un.org/>
- StataCorp. (2025). *Stata Statistical Software: Release 19* (Versão 19) [Programa de computador]. StataCorp LLC.
- Tinbergen, J. (1964). *Shaping the World Economy: Suggestions for an International Economic Policy* (3^a). Twentieth Century Fund. (Trabalho original publicado 1962)
- Trefler, D. (1995). The Case of the Missing Trade and Other Mysteries. *The American Economic Review*, 85(5), 1029–1046.
- Yotov, Y. V., Piermartini, R., Monteiro, J.-A., & Larch, M. (2016). *An Advanced Guide to Trade Policy Analysis: The Structural Gravity Model*. WTO. <https://doi.org/10.30875/abc0167e-en>

ANEXO

TABELA V

ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS CONTÍNUAS

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Curtose	Assimetria
<i>LnComInt</i>	22.43656	1.872297	15.94069	27.614568	2.983808	-0.075914
<i>LnXij</i>	21.60787	1.970024	14.36581	27.11405	3.024483	-.1202051
<i>LnDist</i>	8.731956	0.8875706	5.153484	9.892039	4.758245	-1.418592
<i>TxCambio_Vol</i>	0.1049724	0.0716197	0	0.3580581	6.487514	1.814053
<i>Ln_PIB_Soma</i>	55.40366	1.599179	51.76732	61.55158	3.188172	0.5355465
<i>LnPIB_i</i>	27.71188	1.163178	25.51359	30.98969	3.591868	0.7960265
<i>LnPIB_j</i>	27.69079	1.135015	25.51359	30.98969	3.723375	0.8353978
<i>Remoteness_i</i>	8.409865	0.5787351	6.423606	9.332305	7.901365	-1.903538
<i>Remoteness_j</i>	8.786474	0.389343	7.245309	9.332305	8.088133	-1.708449

TABELA VI

TABELA DE FREQUÊNCIA DAS VARIÁVEIS *DUMMY*

Lingua Comum	Frequência	Porcentagem	Cumulativo
0	1214	88.74	88.74
1	154	11.26	100.00
Total	1368	100.00	
Colonizador Direto	Frequência	Porcentagem	Cumulativo
0	1316	96.20	96.20
1	52	3.80	100.00
Total	1368	100.00	
Contiguidade	Frequência	Porcentagem	Cumulativo
0	1311	95.83	95.83
1	57	4.17	100.00
Total	1368	100.00	

Acordo de Comércio Preferencial (PTA)	Frequência	Percentagem	Cumulativo
0	1116	81.58	81.58
1	252	18.42	100.00
Total	1368	100.00	

Moeda Comum	Frequência	Percentagem	Cumulativo
0	1338	97.81	97.81
1	30	2.19	100.00
Total	1368	100.00	

Regime Cambial Fixo	Frequência	Percentagem	Cumulativo
0	1306	95.47	95.47
1	62	4.53	100.00
Total	1368	100.00	

TABELA VII

MATRIZ DE CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS (SIMÉTRICO)

	<i>LnComInt</i>	<i>LnDist</i>	<i>LnPIB_Soma</i>	<i>TxCambio_Vol</i>	<i>Remoteness_i</i>	<i>Remoteness_j</i>
<i>LnComInt</i>	1.0000					
<i>LnDist</i>	-0.4659 (0.0000)	1.0000				
<i>LnPIB_Soma</i>	0.7643 (0.0000)	-.0925 (0.0149)	1.0000			
<i>TxCambio_Vol</i>	-.3370 (0.0000)	0.2702 (0.0000)	-.1729 (0.0000)	1.0000		
<i>Remoteness_i</i>	-.5221 (0.0000)	0.0573 (0.1319)	-.6454 (0.0000)	0.1878 (0.0000)	1.0000	
<i>Remoteness_j</i>	-.5346 (0.0000)	0.3639 (0.0000)	-.5402 (0.0000)	0.3261 (0.0000)	0.1258 (0.0009)	1.0000

TABELA VIII

MATRIZ DE CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS (DIRECIONAL)

	LnX_{ij}	$LnDist$	$LnPIB_i$	$LnPIB_j$	$TxCambio_Vo$ l	$Remotess_i$	$Remoteness$ $_j$
LnX_{ij}	1.0000						
$LnDist$	-0.4413	1.0000					
	0.0000						
$LnPIB_i$	0.5616	-.0569	1.0000				
	0.0000	0.0355					
$LnPIB_j$	0.4695	-.0620	-.0270	1.0000			
	0.0000	0.0218	0.3189				
$TxCambio_Vo$ l	-.3349	0.2631	-.1391	-.1161	1.0000		
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
$Remoteness_i$	-.4928	0.1580	-.7946	0.0214	0.2348	1.0000	
	(0.000)	0.0000	0.0000	0.4284	0.0000		
$Remoteness_j$	-.4356	0.1544	0.0217	-.7939	0.2161	-.0273	1.0000
	(0.000)	0.0000	0.4227	0.0000	0.0000	0.3129	

TABELA IX

VALORES OBSERVADOS PARA O PAR EUA/CAN (MIL MILHÕES DE DÓLARES)

	$i = \text{EUA}$	$i = \text{Canadá}$
	$j = \text{Canadá}$	$j = \text{EUA}$
X_{ij}	444,075	504,922
C_{ij}	948,997	

TABELA X

VALORES OBSERVADOS PARA EUA/MEX E DEU/FRA (MIL MILHÕES)

	$i = \text{EUA}$	$i = \text{México}$	$i = \text{França}$	$i = \text{Alemanha}$
	$j = \text{México}$	$j = \text{EUA}$	$j = \text{Alemanha}$	$j = \text{França}$
X_{ij}	387,470	596,322	38,578	153,133
C_{ij}	983,792		191,712	
PIB_i	28,751,000	1,856,370	3,160,440	4,685,590
$\ln PIB_i$	30.99	28.25	28.78	29.18
$\ln(PIB_i \times PIB_j)$	59.24		57.96	

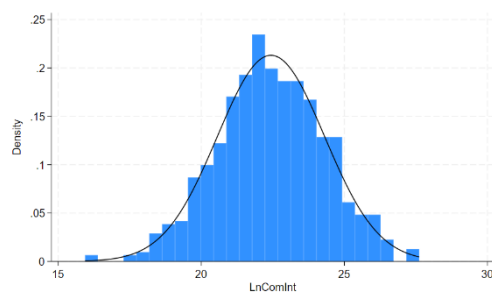


FIGURA 1 - Histograma Comércio Internacional Transformação Logarítmica

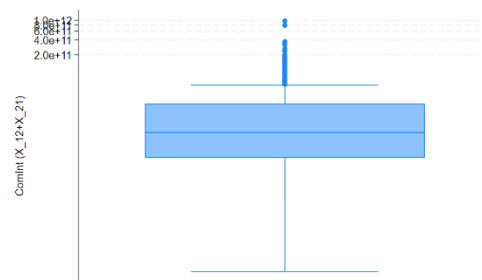


FIGURA 2 - Comércio Internacional em Nível

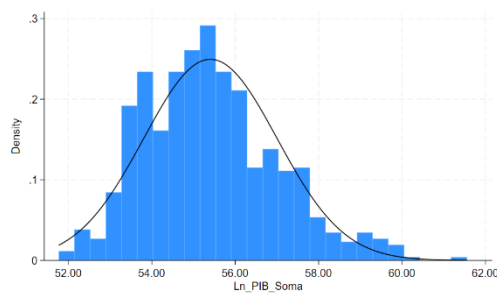


FIGURA 3 - Histograma PIB

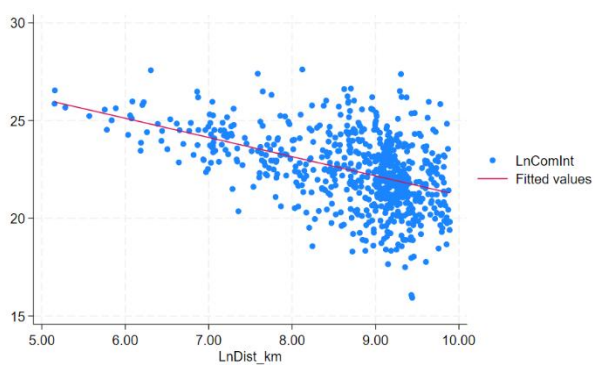


FIGURA 4 – Gráfico de Dispersão (Comércio Internacional v Distância)

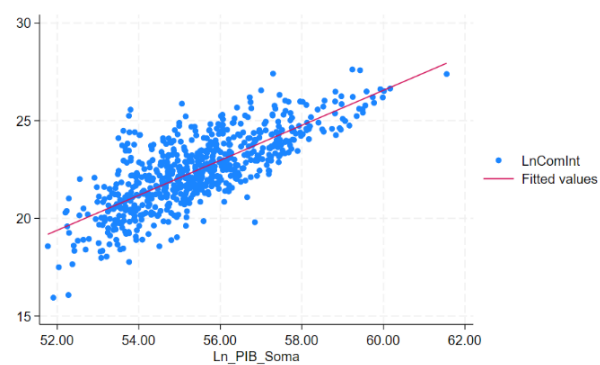


FIGURA 5 – Gráfico de Dispersão (Comércio Internacional v PIB)

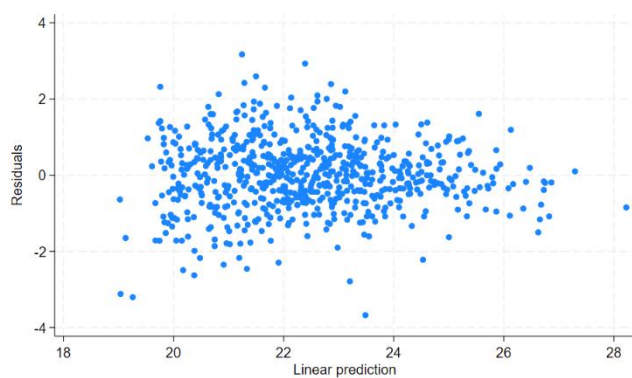


FIGURA 6 – Resíduos do Modelo Simétrico

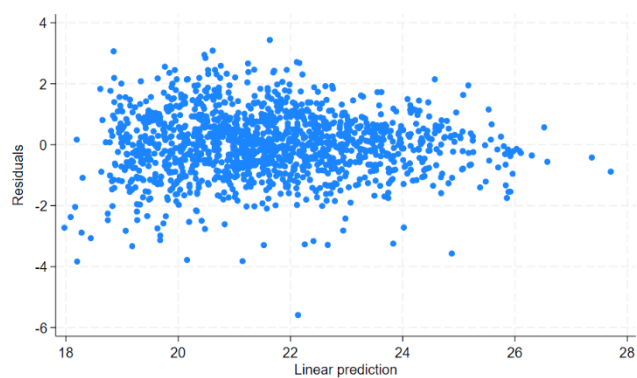


FIGURA 7 – Resíduos do Modelo Direcional