

**A IMPORTÂNCIA DO MODELO
GRAVITACIONAL COMO INSTRUMENTO
DO COMÉRCIO INTERNACIONAL**

Sandra Ribeiro

A IMPORTÂNCIA DO MODELO GRAVITACIONAL COMO INSTRUMENTO DO COMÉRCIO INTERNACIONAL

Sandra Ribeiro

- Ao longo das últimas décadas o comércio internacional tornou-se numa das mais importantes atividades inerentes à globalização.
- É inquestionável o impacto que a globalização tem no incremento das relações comerciais a nível internacional criando uma grande interdependência entre as economias. Esta gerou fluxos intensos a nível comercial e de investimento.
- As primeiras teorias de comércio internacional estudavam diferentes tipos de vantagens existentes entre as nações, no entanto estas eram baseadas no fator produtivo mão de obra. As teorias mais populares na época clássica eram o modelo das vantagens absolutas de Adam Smith e o modelo de David Ricardo das vantagens comparativas. Na economia neo-clássica o modelo Heckscher-Ohlin baseia-se em diferenças nas dotações de fatores entre os países para justificar a produção e exportação dos diferentes países.
- As alterações das últimas décadas têm alterado consideravelmente estes paradigmas e hoje as vantagens inerentes ao comércio internacional são basicamente assentes em outros diferentes aspetos como os humanos, culturais e tecnológicos.
- Dada a dimensão das trocas comerciais na realidade atual e o impacto que estas têm no nível de rendimento mundial, o tema do comércio internacional é cada vez mais tema de estudo na área científica. Aliás... sempre o foi.
- Todos os estudos relacionados com o comércio internacional pretendem analisar as trocas comerciais e tentar responder a algumas questões, tais como: Qual o nível de trocas comerciais que um país tem?; o que comercializa? e com quem comercializa? É expectável que a resposta a estas questões altere de país para país, em função de muitas características inerentes ao próprio, efeitos esses traduzidos e analisados através de vários indicadores.
- A inovação tecnológica provocou melhorias nos transportes e nas comunicações o que, aliado à crescente integração das economias e consequente abertura das mesmas, aumentou os fluxos comerciais entre os países.
- De forma a analisar estes fluxos tem sido utilizado, já há décadas, o modelo gravitacional, que constitui a principal ferramenta ao nível da análise de fluxos de comércio internacional. Leamer e Levinsohn (1995) argumentam que o modelo gravitacional produziu “algumas das descobertas mais claras e robustas da economia empírica”.
- Datando de 1962, com Tinbergen, o modelo foi sendo utilizado por muitos autores analisando não só diferentes regiões como períodos temporais e setores da economia.

Este modelo começa por relacionar diretamente a dimensão económica do país e inversamente com outras variáveis que funcionam como barreiras ao comércio, como a distância geográfica, os custos de transporte, entre outros.

A designação do modelo com o termo proveniente de "gravidade" prende-se com o facto de a relação inicialmente apresentar uma forma não linear da equação que se assemelha à lei da gravidade de Newton, que defendia que força gravítica entre dois quaisquer corpos do Universo é uma força de atração diretamente proporcional às massas dos corpos e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles.

Tinbergen (1962) assume, com base na teoria gravitacional de Newton, que a magnitude dos fluxos comerciais bilaterais entre países pode ser explicada pela "equação gravitacional".

Fazendo a analogia aos fluxos de comércio, defende que as exportações são diretamente proporcionais à "massa" económica (PIB) dos países exportadores e importadores, e inversamente proporcional à distância entre eles (não o quadrado da distância entre eles, como na física). Aplicando o conceito de gravidade espera que os pares de países maiores negociem mais, esperando que os países que estão mais distantes negociem menos, talvez porque os custos de transporte entre eles sejam maiores.

Assim, o modelo básico gravitacional relaciona o volume de exportação entre dois países T_{ij} com o peso económico desses dois países, medido pelo produto interno bruto (PIB) do exportador e do importador (PIB_i e PIB_j) e pelo custo do comércio entre eles, representado pela distância que os separa D_{ij} (modelos (1) e (2)), em que i e j indicam os países.

O modelo inicial é representado por:

$$T_{ij} = f \left[\frac{(PIB_i \cdot PIB_j)}{D_{ij}} \right] \quad (1)$$

$$T_{ij} = \beta_0 (PIB_i \cdot PIB_j)^{\beta_1} \cdot D_{ij}^{-\beta_2} \cdot e^{\epsilon} \quad (2)$$

Tal como apresentado nas equações anteriores, no início da sua utilização este modelo foi elaborado para analisar unicamente a relação, supostamente estável, entre o tamanho das economias, a distância entre os países e o volume do comércio entre eles.

O modelo gravitacional começou a ser utilizado para analisar com profundidade o comércio internacional, tendo os seus fundamentos teóricos sido explorados nos trabalhos de Anderson (1979), Helpman e Krugman (1985) e Kalirajan (1999). A simplicidade de apresentação do modelo bem como ao sucesso que foi tendo na explicação dos fluxos comerciais, implicou que o modelo fosse

ganhando importância nos estudos sobre comércio internacional. Ao longo do tempo, o modelo inicial foi sendo melhorado e expandido com diversas variáveis que pretendem explicar os fluxos comerciais entre dois países. Às variáveis básicas considerados pelo modelo (PIB e distância) foram acrescentadas outras variáveis, tais como população e PIB per capita (Bergstrand, 1990).

O PIB é usado para representar a dimensão económica dos parceiros comerciais. Teoricamente, supõe-se que quanto maior o tamanho do país (tamanho representado pelo PIB), mais exportações realizaria. Então, se dois países têm PIB maior, seu comércio seria maior. Portanto, espera-se que esta variável tenha um impacto positivo significativo no comércio. A variável Distância captura o custo de transporte entre os países i e j . Maior distância significa maior custo de transporte, razão pela qual será expectável que o sinal associado a este parâmetro seja negativo.

De forma a possibilitar a consideração de fatores não quantitativos na explicação das relações comerciais também foram sendo consideradas variáveis binárias que representam determinadas características específicas dos países, como a proximidade cultural, a língua (Endoh, 1999; Breuss e Egger, 1999; Nitsch, 2000; Feenstra, 2002), a semelhança cultural, o facto de pertencerem ao mesmo bloco económico (Breuss e Egger, 1999), a existência, ou não, de fronteiras comuns, a existência ou não de relação colonial (Glick e Rose, 2002), entre outros.

A equação do modelo gravitacional implica a logaritmização das suas variáveis, originando um modelo log-log, como, por exemplo, e com base nas diversas variáveis já apresentadas, a seguinte equação:

$$\ln(T_{ij}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{PIB}_i \text{PIB}_j) + \beta_2 \ln D_{ij} + \beta_3 \text{Lang}_{ij} + \beta_4 \text{Cont}_{ij} + \beta_5 \text{ACL}_{ij} + \beta_6 \text{ComCol}_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (3)$$

Onde i e j representam os países e as variáveis são definidas como:

T – volume de trocas comerciais (considerando só exportações, ou só importações ou ambas) existente entre dois países;

PIB – PIB real;

D – Distância;

Lang – variável *dummy* que assume o valor 1 quando i e j partilham uma língua comum e 0 em caso contrário;

Cont – variável *dummy* que assume o valor 1 quando i e j partilham uma fronteira comum e 0 em caso contrário;

ACL – variável *dummy* que assume o valor 1 quando i e j pertencem a uma área de comércio livre e 0 em caso contrário.;

Comcol – variável *dummy* que assume o valor 1 quando i e j tiveram uma relação colonial e 0 em caso contrário.

A variável *Lang*, tendo em consideração a língua oficial do país de destino, variável *dummy* que assume o valor 1 quando *i* e *j* partilham uma língua comum e 0 em caso contrário. Dado que a comunicação facilita o comércio, é espetável que o seu impacto seja positivo.

Uma variável binária designada por *Cont* é, por vezes, considerada, que tem um valor de 1 se os países partilham fronteira física, dado que países com fronteira compartilhada têm maiores chances de fortalecer as relações comerciais bilaterais. Por essa razão supõem-se que a variável *Cont* possa ter um impacto positivo significativo no comércio bilateral. A *ACL* é outra variável fictícia que tem sido usada para analisar o impacto de um Acordo de Comércio Livre sobre o comércio dos países membros. A variável tem um valor de 1 se o país *i* e o país *j* tiverem um acordo de comércio livre e 0 caso contrário. Uma vez que o único propósito de um acordo comercial é reforçar o comércio, espera-se que a variável *ACL* tenha um sinal positivo significativo.

Mais recentemente até variáveis de cariz político são introduzidas no modelo, existem diversos estudos na literatura do tema usando variáveis políticas, incluindo barreiras associadas às fronteiras. De salientar que este tipo de variáveis pode implicar o surgimento de alguns problemas, nomeadamente, o método para identificar corretamente os efeitos comerciais, como facilitação do comércio, padrões de produtos ou medidas regulatórias que afetam a transação de serviços. Muitas soluções *ad hoc* foram usadas no passado, mas normalmente produzem resultados que são problemáticos do ponto de vista econométrico e de difícil interpretação política. Uma prática atual é seguir Piermartini e Yotov (2016) ao incluir dados sobre o comércio intra-nacional no modelo e, em seguida, construir um termo de interação entre a variável de política relevante e uma variável *dummy* para os fluxos de comércio internacional, de forma a conseguir analisar o impacto de uma determinada política executada.

Como explicito anteriormente é utilizada a regressão linear múltipla para efetivação do modelo gravitacional. Esta tem sido amplamente utilizada nos últimos quarenta anos e tem comprovado robustez empírica e poder explicativo (Kepaptsoglou, Karlaftis e Tsamboulas, 2010). O método de Mínimos Quadrados Ordinários é a técnica econométrica mais utilizada para realizar a estimação dos coeficientes da especificação do modelo gravitacional na sua forma log-log.

A maioria dos estudos existentes analisa o volume de comércio entre os pares de países num formato $N \times N$ e poucos aplicam o modelo para um país específico. Este tipo de estudo é relativamente recente, tendo sido iniciado por Wall (1999), que examinou primeiramente as trocas comerciais entre os Estados Unidos da América (EUA) e 85 países entre 1994 e 1996, a fim de estimar

os custos do proteccionismo. Anos mais tarde, Sohn (2005) utilizou o modelo gravitacional para explicar os fluxos de comércio da Coreia do Sul e solidificou a prática da utilização do modelo gravitacional para estudar um país em particular.

Também foram realizados alguns estudos para Portugal. Ferro e Ribeiro (2016) apresentam uma abordagem tripla para a influência da língua no comércio externo português, após agruparem os 28 estados-membros da UE segundo as suas famílias linguísticas. Isolaram as duas famílias linguísticas mais relevantes para o comércio externo de Portugal – tendo em conta a classificação do português e também as políticas linguísticas do país no que toca ao ensino e aprendizagem de línguas estrangeiras – classificando todas as restantes línguas como pertencentes ao grupo Outras, eliminando assim a necessidade de uma classificação mais pormenorizada. Concluíram que existe uma relação direta entre o volume das exportações portuguesas e o facto de o país de destino ter uma língua oficial românica (mesmo grupo linguístico que Portugal). Quando dois países compartilham o mesmo idioma ou um idioma muito semelhante, a barreira comunicacional é esbatida ou mesmo eliminada e, conseqüentemente, os custos de transação tendem a ser mais baixos. Concluímos também que tendo em consideração todos os Estados-Membros da UE, o volume das exportações portuguesas é superior para os países cuja língua oficial é semelhante à portuguesa.

Em Ribeiro e Ferro (2017) foi apresentada a relação entre o volume de exportações de Portugal para os seus 98 principais parceiros comerciais em todo o mundo em 2013, considerando a pertença desses países à União Europeia (UE) ou ao Mercosul e a proximidade linguística entre as línguas oficiais desses países e o português, a distância e o facto de pertencer, ou não, a uma zona com acordo de comércio livre. Tendo em conta apenas os países pertencentes ao bloco económico UE, foram organizados consoante a família linguística a que pertence a sua língua oficial. As razões pelas quais a maior parte das exportações portuguesas tem como país de destino um estado-membro da UE vão muito para além da integração económica europeia e da partilha de um mercado comum. Foi observado econometricamente que a proximidade física e a proximidade linguística são dois fatores relevantes. No que toca às relações comerciais entre Portugal e os países que constituem o Mercosul, e apesar da proximidade linguística que o país mantém com todos os membros desse bloco económico, as trocas comerciais ainda não são significativas. Ao contrário do que acontece relativamente à maioria dos estados-membros da UE, Portugal partilha com o Brasil a mesma língua e com os restantes países do Mercosul tem aquilo a que chamámos proximidade linguística, dado o português e o espanhol pertencerem à mesma família linguística. Assim,

e a par de todos os esforços diplomáticos que estão a ser realizados entre a UE e o Mercosul de forma a promover a existência de livre comércio entre ambos os blocos económicos, será de promover também a existência de maiores ligações entre as empresas portuguesas e estes países, aproveitando a alavancagem que a proximidade linguística que possuímos pode efetivamente proporcionar.

Ribeiro e Ferro (2020) concluíram, com os dados relativos ao volume de exportações portuguesas para 2015, a facilidade de comunicação verbal com o parceiro comercial tem uma influência positiva no aumento das trocas comerciais – em termos empíricos, esta conclusão é corroborada pelo facto de Espanha ser o principal parceiro comercial de Portugal, salientando o facto de, como apresentado, outras variáveis também o explicarem, tal como a proximidade geográfica.

CONCLUSÕES

- O modelo gravitacional tem, ao longo do tempo, constituído a ferramenta mais utilizada para explicar fluxos de comércio internacional. Constitui assim o ponto de partida para muitos estudos empíricos nesta área. O modelo foi sofrendo alterações ao longo do tempo, incorporando variáveis das mais diversas áreas, tais como geográficas, económicas e culturais. É utilizado para analisar não só as trocas comerciais passadas, mas também para prever os fluxos futuros e o potencial de trocas entre países ou grupos de países.
- O modelo gravitacional fornece indicações muito úteis na explicação dos fluxos do comércio e até nas suas alterações, mas de salientar que algumas limitações também são apontadas ao modelo. Por exemplo, no contexto do crescimento inclusivo e sustentável, os economistas da atual geração estão preocupados com determinadas variáveis que o modelo gravitacional não consegue responder. Observar os impactos do comércio na desigualdade, ou no meio ambiente, ou na inclusão de género, por exemplo, requer outros tipos de dados e de análise. Estas variáveis são passíveis de ser introduzidas no modelo pois a aplicação deste ao longo das últimas décadas demonstra o seu valor e utilidade e a sua capacidade de adaptação às mudanças nas circunstâncias e prioridades políticas da atualidade, para cada período em que é utilizado. Ele continua a fornecer *insights* valiosos num contexto de políticas.
- O modelo gravitacional é um instrumento útil não só para os investigadores na área do comércio internacional, mas também para os decisores políticos que atuam na internacionalização.

Referências bibliográficas

- ANDERSON, J. (1979). A Theoretical Foundation for the Gravity Equation. *American Economic Association*, 69(1), 106–116.
- BERGSTRAND, J. (1990). The Heckscher-Ohlin-Samuelson Model, the Linder Hypothesis and the Determinants of Bilateral Intra-industry Trade. *Economic Journal*, 100(403), 1216-29.
- BREUSS, F., & Egger, P. (1999). How Reliable Are Estimations of EastWest Trade Potentials Based on Cross-Section Gravity Analyses? *Empirica*, 26(2), 81-95.
- ENDOH, M. (1999). Trade Creation and Trade Diversion in the EEC, the LAFTA and the CMEA: 1960-1994. *Applied Economics*, 31, 207-216.
- FEENSTRA, R. (2002). Border Effects and the Gravity Equation: Consistent Methods for Estimation. *Scottish Journal of Political Economy*, 49(5), 491–506.
- FERRO, M. J. e Ribeiro, S. (2016). The role of language in international trade: How does language affect the choice of foreign trading partners? In: S. N. de Jesus & P. Pinto (Eds.). *Proceedings of the I International Congress on Interdisciplinarity in Social and Human Sciences* (pp. 608-621). Universidade do Algarve, Faro, 5 a 6 de maio de 2016.
- GLICK, R., e Rose, A. (2002). Does a currency union affect trade? The time-series evidence *European Economic Review* 46.
- HELPMAN, E., e Krugman, P., (1985). *Market Structure and Foreign Trade – Increasing Returns, Imperfect Competition, and the International Economy* MIT Press.
- KALIRAJAN, K. (1999). Stochastic varying coefficients gravity model: An application in trade analysis. *Journal of Applied Statistics*, 26(2), 185-193.
- KEPAPTSOGLU, K., Karlaftis, M., e Tsamboulas, D. (2010). The gravity model specification for modeling international trade flows and free trade agreement effects: A 10-year review of empirical studies. *The Open Economics Journal*, 3, 1-13.
- LEAMER, E., e J. Levinsohn. (1995). “International Trade Theory: The Evidence” in G. Grossman and K. Rogoff (eds.) *Handbook of International Economics*. Amsterdam: Elsevier Science B.V.
- NITSCH, V. (2000). National borders and international trade: Evidence from the European Union. *Canadian Journal of Economics*, 33, 1091-1105.
- PIERMARTINI, R., e Yotov (2016). “Estimating Trade Policy Effects with Structural Gravity.” *Staff Working Paper ERSD-2016-10*, WTO.
- RIBEIRO, S. e Ferro, M. J. (2017). Em que medida a proximidade linguística influencia as exportações portuguesas? Um estudo aplicado à União Europeia e ao Mercosul. *Debater a Europa*, 16, 189-208. ISSN: 1647-6336.

- RIBEIRO, S. e Ferro, M. J. (2020). "Verbal communication: an essential factor in international trade". *JANUS.NET e-journal of International Relations*, Vol. 11, N.º 1, May-October 2020. <https://doi.org/10.26619/1647-7251.11.1.3>.
- SOHN, C. (2005). Does the gravity model explain South Korea's trade flows? *Japanese Economic Review*, 56 (4), 417-430.
- TINBERGEN, J. (1962). *Shaping the World Economy*.
- WALL, H. J. (1999). Using the gravity model to estimate the costs of protection. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 81(1), 33-40.

