



ANÁLISE GRAVITACIONAL DO COMÉRCIO DE MINÉRIOS DOS ESTADOS DE MINAS GERAIS E PARÁ

GRAVITY ANALYSIS OF THE ORE TRADE IN THE STATES OF MINAS GERAIS AND PARÁ

Daniel Farias da Silva

Universidade Federal de Viçosa
danielfarias.3344@gmail.com

Victor Henrique Lana Pinto

Universidade Federal de Viçosa
victor.h.lana@ufv.br

GT01. Mercados agrícolas e comércio exterior

Resumo

O setor da mineração possui relevância para a economia brasileira, em especial para os estados de Minas Gerais e Pará, que são os maiores exportadores minerais brasileiros. Assim, este artigo buscou analisar os determinantes das exportações minerais de Minas Gerais e Pará para seus principais parceiros comerciais entre 2006 e 2018. Para isso, este estudo estimou dois modelos econométricos gravitacionais, por meio do método dos mínimos quadrados ordinários com efeitos fixos. Os resultados para as variáveis gravitacionais foram, em sua maioria, condizentes com a teoria. Adicionalmente, observou-se forte aumento nos fluxos comerciais quando o minério tem como destino a China.

Palavras-chave: Modelo gravitacional, comércio internacional, minérios, Minas Gerais, Pará.

Abstract

The mining sector has relevance for the Brazilian economy, especially for the states of Minas Gerais and Pará, which are the largest Brazilian mineral exporters. Thus, this article sought to analyze the determinants of mineral exports from Minas Gerais and Pará to its main trading partners between 2006 and 2018. For this, we estimated two gravity econometric models, using the ordinary least squares method with fixed effects. The results for the gravity variables were, for the most part, consistent with the theory. Additionally, we noted a substantial increase in trade flows when the ore is destined for China.

Key words: Gravity model, international trade, ore, Minas Gerais, Pará.

1 Introdução

O comércio exterior é de grande importância para o desenvolvimento econômico dos países. A abertura de uma economia, ao mercado internacional, possibilita um crescimento tanto econômico quanto social, além do aumento da renda *per capita* do país e o crescimento da nação por meio de difusão tecnológica (LOPEZ, 2005 apud SILVA et al., 2018).

Mais recentemente, ao analisar os dados do Ministério da Economia, é possível notar que as exportações brasileiras apresentaram crescimento ao longo do tempo. De acordo com informações do Ministério da Indústria Comércio Exterior e Serviços - MDIC (2019), o fluxo de comércio cresceu 13,7% em 2018 e chegou ao montante de 420,7 bilhões de dólares. O saldo comercial positivo foi de 58,3 bilhões de dólares, segundo melhor desempenho já registrado.



Além disso, ainda no ano de 2018, as exportações cresceram 9,6% e assinalaram os maiores valores do último quinquênio.

Em 2018, os principais mercados compradores das exportações brasileiras tiveram desempenho positivo. Destaca-se a participação da China, que adquiriu US\$ 66,6 bilhões em exportações brasileiras, tendo alta de 32,2%, em comparação ao ano de 2017, além da União Europeia e dos Estados Unidos que adquiriram, respectivamente, 42,1 e 28,8 bilhões de dólares. Deste volume, o grande destaque foram os insumos agrícolas e minerais, como a soja, petróleo bruto, minério de ferro, celulose, carne bovina, ferro ligas, além de um crescimento da comercialização de produtos semimanufaturados como, partes de motores de aviões e máquinas com destino principal ao mercado norte americano (MDIC, 2019).

Os minérios detêm grande representatividade para a economia brasileira. Segundo dados da Agência Nacional de Mineração – ANM (2019), no ano de 2017, as substâncias metálicas, como alumínio, cobre, cromo, estanho, ferro, manganês, nióbio, ouro, vanádio e zinco, tiveram grande destaque e representaram os principais metais exportados no ano totalizando 88,5 bilhões de reais.

A indústria mineral, formada pelos segmentos de exploração, de mineração e transformação mineral, é capaz de contribuir fortemente para o crescimento econômico fornecendo insumos básicos para as áreas de construção civil, utilização em fertilizantes, corretivos de solo, rações animais, além de gerar divisas via exportação dos excedentes produzidos (INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO - IBRAM, 2014).

Segundo Jesus e Joaquim (2018), em 2017, as reservas mundiais de minério de ferro estavam estimadas em 170 bilhões de toneladas. Destas, as reservas brasileiras representavam 19,8% do total, já a produção mundial de minério de ferro foi de 2,4 bilhões de toneladas em 2017 e o Brasil foi o segundo maior produtor mundial com 18,9% de participação neste mercado, ficando atrás somente da Austrália, que foi detentora de 36,7% na participação mundial. Baseando-se nos autores supracitados, no contexto nacional, dentre os principais estados brasileiros com reservas de minério estão Minas Gerais com 74,4% das reservas e Pará com 19,5%, onde, respectivamente, cada estado foi responsável por 62% e 37,3% da produção mineral nacional desta *commodity*.

No ano de 2019, os estados de Minas Gerais e Pará foram os maiores produtores minerais brasileiros e receberam a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM) paga pelo Governo Federal, referente aos *royalties* da mineração, 283.159.295,16 de reais para Minas Gerais e 335.825.121,72 de reais para Pará, sendo os dois primeiros estados em arrecadação (AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO, 2019).

Muitos países realizam comércio de minérios, pois muitas vezes não detêm estes recursos em seus territórios ou os recursos que possuem não são adequados para suas necessidades produtivas tornando-os dependentes do comércio externo para suprimento dessa *commodity*. No caso da China, segundo Futures Hexun (2013), apud Xiaowen (2020), 97% das reservas de minério chinesas são de má qualidade, pois não podem ser usadas diretamente na indústria. Ainda segundo os mesmos autores, o custo de mineração na China também é muito alto em comparação com outros países e, além disso, o minério chinês é muito difícil de ser usado devido às questões hidrológicas e geológicas do país.



Dentre as exportações de minérios, destaca-se o ferro. Esta *commodity* é, sobretudo, destinada à produção de aço, à fabricação de automóveis e máquinas. Além desses setores, o ferro também tem uso intensivo na construção civil, que sozinha representa mais de 90% da demanda total de ferro, sendo a China o principal mercado consumidor para o minério brasileiro (CARVALHO et al, 2014).

Ressalta-se que existem trabalhos anteriores que procuraram analisar o comércio internacional de minérios como o estudo de Rocha (2012) que propôs uma investigação descritiva analisando não somente as exportações de minérios, mas toda a composição das cestas de importações e exportações brasileiras entre 2000 e 2010. Pais, Gomes e Coronel (2012) buscaram analisar o comportamento das exportações de minério de ferro através de índices de competitividade entre os anos de 2000 e 2008. Também se destaca o trabalho de Franck et al (2015) que analisaram o mercado exportador de minério australiano e brasileiro para a China através de indicadores do comércio internacional entre 1999 e 2014.

Em se tratando da literatura acerca do comércio internacional, nota-se a carência de pesquisas que trazem uma compreensão mais ampla sobre as relações econométricas entre diferentes variáveis econômicas e o comércio internacional de minério. Uma vez que Minas Gerais e Pará representam os maiores produtores minerais do Brasil, ressalta-se a relevância de analisar fatores como o produto interno bruto (PIB) de seus parceiros comerciais e a distância entre estes países e os estados brasileiros que podem afetar seus respectivos fluxos de exportação.

Nesse ínterim, o objetivo geral deste trabalho foi analisar os determinantes das exportações de minérios, dos estados de Minas Gerais e Pará, considerando o período entre 2006 e 2018. Especificamente, procurou-se avaliar a influência das compras chinesas sobre as exportações mineiras e paraenses de minérios no mesmo período. Destaca-se que este estudo tem o potencial de gerar implicações políticas interessantes. Os resultados alcançados podem fornecer aos órgãos competentes uma melhor formulação e condução de políticas comerciais que objetivam a promoção de maiores níveis de renda e ganhos aos estados investigados.

O presente artigo está estruturado em outras quatro seções além desta introdução. A segunda aborda o referencial teórico e a revisão de literatura sobre os modelos gravitacionais. A terceira seção destina-se a apresentar as ferramentas metodológicas utilizadas, o modelo econométrico e a fonte dos dados. A quarta discute os resultados alcançados. Por fim, as conclusões são apresentadas na quinta seção.

2 Referencial teórico

A fundamentação teórica que embasou este artigo foi amparada pelas teorias do comércio internacional, em especial aquelas que deram suporte ao desenvolvimento das especificações do modelo gravitacional.

2.1 Teorias clássicas do comércio internacional

A teoria clássica da economia internacional teve início com as ideias de Adam Smith e David Ricardo, que pregavam a livre escolha dos agentes, o liberalismo econômico e também a especialização produtiva para assegurar aos países ganhos de bem-estar econômico (ZANCHI et al, 2013).



Adam Smith afirma que o crescimento econômico está atrelado ao crescimento da produtividade do trabalho, ocasionadas pela divisão e especialização do processo produtivo, permitindo a geração de excedente sobre os salários, consequentemente aumentando o capital (SMITH, 1983). O autor desenvolveu a teoria das vantagens absolutas, que estabelece a razão pela qual uma nação deveria participar nas trocas comerciais internacionais. Essa teoria afirma que um país tende a se especializar na oferta de um determinado produto no qual apresentasse custo de produção inferior ao das outras nações (MENDES et al, 2007).

Segundo Mendes et al (2007), a partir das teorias de Adam Smith sobre as vantagens absolutas, David Ricardo formulou o modelo Ricardiano, no qual cada nação se especializa na produção do produto que possui maior vantagem comparativa. A nação que apresenta menor custo interno para a fabricação de um bem, em comparação com o custo internacional para essa mesma elaboração, possui vantagem comparativa.

Ainda na linha das teorias sobre as relações comerciais internacionais entre os países, o modelo de Heckscher-Ohlin surge como uma nova explicação para as trocas comerciais internacionais, neste modelo procura-se embasar o fato de o comércio internacional ser suscetível à mobilidade de fatores, o comércio se dará de acordo com a abundância ou a escassez relativa dos vários fatores de produção de que são dotados os países (BADO et al, 2004).

2.2 As novas teorias do comércio internacional

As conjecturas baseadas nas vantagens comparativas, que amparam as teorias do comércio internacional, são baseadas na questão competitiva, porém o comércio internacional sofre intervenção de inúmeras variáveis (PORTER, 1993 apud ZANCHI et al., 2013).

A especialização das firmas, a ampliação dos meios de comunicação entre os países, a existência de estruturas que podem incentivar ou delimitar o comércio tais como tarifas nas importações, a taxa de câmbio e também subsídios para exportação, influenciam o comércio internacional (PORTER, 1993 apud ZANCHI et al., 2013).

Enquanto os modelos tradicionais da economia, anteriormente referidos, como o modelo de Heckscher-Ohlin e o modelo Ricardiano, se baseiam, respectivamente, na dotação de fatores para especialização da produção e no menor custo de oportunidade para ser detentor de maior vantagem comparativa, surge a partir destas linhas de pensamento, as novas teorias do comércio internacional, que se fundamentam na concorrência imperfeita e nos fluxos de comércio mundial (JÓRDAN; PARRÉ 2006).

Essas novas teorias do comércio internacional surgiram na década de 1980, quando buscava-se construir ideias alternativas para explicar o comércio entre nações com dotações de fatores semelhantes. Dentre os principais nomes deste período, destaca-se Krugman (1985), que defendia o uso das vantagens comparativas para explicar o comércio intersetorial, quando os países possuem dotações de fatores distintos (SILVA; LOURENÇO, 2018).

No período de surgimento dessas novas teorias, Helpman e Krugman (1985) desenvolveram um novo modelo para tentar explicar as trocas comerciais entre os países, considerando como fatores determinantes para o comércio a concorrência imperfeita e as economias de escala (TRINDADE; BEPLER, 2020).



Para Jórdan e Parré (2006), nas novas teoria do comércio internacional as exportações serão dependentes do mercado interno. Assim, os países não irão exportar somente os produtos que possuem vantagens comparativas, mas também dependerão que o mercado interno permita uma produção que gere excedente.

2.3 O modelo gravitacional

Para Krugman, Obstfeld e Melitz (2015) o modelo de gravidade é análogo à lei de Newton, onde a atração gravitacional é proporcional ao produto de suas massas e diminui com a distância, as relações comerciais entre os países serão proporcionais ao resultado do seus respectivos PIBs e diminuirão com as distâncias entre os mesmos. Piani e Kume (2000) complementam que a contribuição de Krugman (1980) se tornou a principal justificativa teórica para uso do modelo de gravidade.

O modelo gravitacional surge alinhado às novas teorias do comércio internacional. Segundo Nascimento e Júnior (2013), Isard (1960) foi o pioneiro a utilizar esta técnica no campo econômico, porém somente a partir dos trabalhos de Tinbergen (1962), Poyhonen (1963) e Linnemann (1966) foi realizada a adaptação para estimação do fluxo comercial entre os países, com principal uso de identificar possíveis variáveis que possam melhor explicar o motivo de determinados países realizarem transações comerciais com outros países (KRUGMAN; OBSTFELD; MELITZ, 2015).

O modelo gravitacional tem sido amplamente utilizado para se explicar o comércio entre países. Pintor et al. (2009) o utilizaram para avaliar a crise financeira de 2008/2009 no complexo de exportações do Paraná e comprovaram que a crise destes respectivos anos reduziu significativamente as exportações paranaenses.

Cateia et al. (2018) utilizaram o modelo gravitacional com o intuito de analisar determinantes para exportações de castanha de caju da Guiné-Bissau para a Índia, no período de 1986 a 2011. Os referidos autores perceberam que o fato de o país exportador apresentar somente um único produto no comércio internacional, o coloca em situação de fragilidade pelas exportações do país dependerem exclusivamente da renda externa.

Azevedo (2004) procurou analisar os efeitos nos fluxos de comércio, ocasionados pela formação do Mercosul, através do modelo gravitacional. O autor supracitado constatou que a formação do bloco econômico não teve grande impacto sobre o comércio entre os membros que o compõem, contudo afetou de forma positiva as importações de países não-membros e de forma negativa as exportações para fora do bloco.

Em contrapartida, Mazzuchetti e Shikida (2017) procuraram analisar o comércio internacional do açúcar, baseados na visão do modelo gravitacional, em que a principal constatação foi que à medida que a distância entre os países aumentava em 1%, as exportações também aumentavam em 1,42%. Apesar de se esperar uma variação inversamente proporcional, os mesmos autores argumentaram que a distância pode ser superada pelas vantagens competitivas do país.

Mediante a evolução das teorias do comércio internacional descritas na seção 2.1 e da importância de se estudar os determinantes dos fluxos de exportação apresentados no item 2.2, destaca-se ainda que nas últimas décadas, os países têm passado por um longo processo de



industrialização, aumentando a demanda pela exportação de minérios, o que ressalta ainda mais a proeminência de se estudar o comércio desta commodity.

3 Procedimentos metodológicos

Vários trabalhos têm usado a equação gravitacional para investigar os efeitos de diferentes variáveis econômicas sobre os fluxos de exportação¹. Especificamente, Silva, Almeida e Oliveira (2007) argumentam que o modelo gravitacional pressupõe que o comércio bilateral entre dois países é proporcional ao produto de seus PIBs e inversamente proporcional a distância entre eles. Os referidos autores notam que grandes países tendem a realizar maiores fluxos comerciais entre si; contudo, a distância entre os países pode dificultar o comércio, devido ao fato desta variável acarretar maiores custos de transporte, de informação, entre outros. Assim, esta seção apresenta as especificações econométricas utilizadas para a estimação do modelo gravitacional bem como a fonte dos dados usados no trabalho.

3.1 Modelo Empírico

Considerando que o objetivo deste artigo foi analisar os determinantes das exportações de minérios, dos estados de Minas Gerais e Pará entre 2006 e 2018², apresenta-se duas equações para avaliar os estados selecionados. No que tange o estado de Minas Gerais, em específico, estimou-se a equação 1, a seguir, com base nos trabalhos de Isard (1960), Tinbergen (1962) Poyhonen (1963) e Linnemann (1966), citados por Nascimento e Júnior (2013).

$$\ln(X_{ijk,t}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(Y_{i,t}) + \beta_2 \ln(Y_{j,t}) + \beta_3 \ln(Dist\ ij) + \beta_4(China\ k,t) + \gamma_j + \Pi t + \varepsilon_{ijk,t} \quad (1)$$

Em que:

$X_{ijk,t}$ = corresponde às exportações do produto k (minério³) do estado i (Minas Gerais) para o país j ⁴;

$Y_{i,t}$ = PIB de Minas Gerais no ano t ;

$Y_{j,t}$ = PIB do país j no ano t ;

$Dist\ ij$ = distância entre a capital de Minas Gerais, Belo Horizonte, e a capital do país j ;

¹ Ver Bobato, Coronel e Feistel (2018); Paula e Silva (2015); Almeida, Silva e Braga (2011), etc.

² O período analisado compreende vários acontecimentos da economia mundial, que podem impactar sobre o fluxo de exportação de minérios das unidades federativas consideradas neste artigo.

³ Para o fluxo de exportação de minérios analisados nesta pesquisa, considerou-se o capítulo 26 – Minérios, escórias e cinzas, conforme Sistema Harmonizado (SH02);

⁴ Foram considerados os países que realizaram importação de minérios de Minas Gerais durante todos os anos do período analisado, totalizando 18 países, sendo eles África do Sul, Alemanha, Argentina, Barein, Bélgica, Canadá, China, Coreia do Sul, Espanha, Estados Unidos, Filipinas, França, Itália, Japão, México, Países Baixos, Reino Unido e Turquia.



China k,t = variável *dummy* que possui valor 1 caso o país de destino das exportações mineiras do produto k seja a China no ano t e 0 nos demais casos;

γ_j = efeito fixo de parceiro comercial;

Πt = efeito fixo de ano;

β_0 a β_4 são parâmetros que espera-se resultar, exceto β_3 , sinais positivos;

$\varepsilon_{ijk,t}$ é o erro.

Assim, como na análise de Minas Gerais, para o caso de Pará, foi estipulada a seguinte equação com o intuito de analisar os determinantes das exportações de minérios, do referido estado, com base nos trabalhos de Isard (1960), Tinbergen (1962), Poyhonen (1963) e Linnemann (1966), citados por Nascimento e Júnior (2013).

$$\ln(X_{ijk,t}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(Y_{i,t}) + \beta_2 \ln(Y_{j,t}) + \beta_3 \ln(\text{Dist } ij) + \beta_4 (\text{China } k,t) + \gamma_j + \Pi t + \varepsilon_{ijk,t} \quad (2)$$

Em que:

$X_{ijk,t}$ = corresponde às exportações do produto k (minério⁵) do estado i (Pará) para o país j ⁶;

$Y_{i,t}$ = PIB do Pará no ano t ;

$Y_{j,t}$ = PIB do país j no ano t ;

$\text{Dist } ij$ = distância entre a capital do Pará, Belém, e a capital do país j ;

China k,t = variável binária que possui valor 1 caso o país de destino das exportações paraenses do produto k seja a China no ano t e 0 nos demais casos;

γ_j = efeito fixo de parceiro comercial;

Πt = efeito fixo de ano;

β_0 a β_4 são parâmetros que se espera gerar, com a exceção de β_3 , sinais positivos;

$\varepsilon_{ijk,t}$ é o erro.

Para as duas equações estimadas, era esperado, de acordo com Tinbergen (1962), apud Gonçalves (2014), que da mesma forma como as massas dos corpos exercem influência positiva

⁵ Para o fluxo de exportação de minérios analisados nesta pesquisa, considerou-se o capítulo 26 – Minérios, escórias e cinzas, conforme Sistema Harmonizado (SH02);

⁶ Foram considerados os países que realizaram importação de minérios do Pará durante todos os anos do período analisado, totalizando 22 países: Alemanha, Bélgica, Bulgária, Canadá, China, Colômbia, Coreia do Sul, Espanha, Estados Unidos, Filipinas, França, Índia, Irlanda, Itália, Japão, México, Noruega, Países Baixos, Reino Unido, Suécia, Turquia e Ucrânia.



sobre a força gravitacional, os tamanhos das economias (PIBs) também influenciariam positivamente o comércio.

Gouvêa, Zambon e Seabra (2010) complementam que o tamanho dos mercados influencia de maneira positiva o fluxo comercial, pois representa a capacidade de demanda e oferta dos países parceiros. Quanto maior o mercado dos países envolvidos, maiores tendem a ser as relações comerciais entre eles. Portanto, esperava-se que o impacto dos coeficientes β_1 , β_2 e β_4 fossem positivos nas equações (1) e (2).

De acordo com Krugman (1991), citado por Gouvêa, Zambon e Seabra (2010), o autor, observou a forma como a distância entre países influenciaria nas suas transações comerciais, quanto mais próximos os países forem, maior será o fluxo comercial entre eles, da mesma forma que quanto mais distantes estiverem, menor tenderá a ser o fluxo comercial, sendo assim esperava-se que o coeficiente β_3 apresentasse, em ambas as equações, sinal negativo.

Para as magnitudes dos parâmetros, era esperado que estas fossem diferentes entre os estados o que poderia evidenciar que as mesmas variáveis impactam os fluxos dos estados selecionados diferentemente. As equações (1) e (2) foram estimadas pela técnica de dados em painel, com a abordagem do método dos mínimos quadrados ordinários (MQO), com efeitos fixos. Greene (2007, p. 183) apud Missagia et al. (2015) afirma que este método, tradicionalmente usado em equações gravitacionais, gera estimadores mais consistentes e eficientes, considerando os indivíduos tanto no tempo quanto no espaço, camuflando a heterogeneidade.

De acordo com Baltagi (2001) e Hsiao (2003), apud Montenegro et al (2014), os modelos de regressão com dados em painel, também são conhecidos por dados combinados, onde agregam uma combinação de séries temporais e de observações em corte transversal multiplicadas por T períodos de tempo, havendo muito mais informação para se estudar o fenômeno.

Segundo Stock e Watson (2004), apud Cateia, et al. (2018) a regressão com efeitos fixos é um método adequado para controlar as variáveis omitidas em dados de painel quando elas variam entre indivíduos, mas constantes ao longo do tempo em análise podendo também ser utilizada quando há duas ou mais observações temporais para cada indivíduo. Assim, mediante o exposto, observou-se que o modelo de efeitos fixos se mostra adequado à presente pesquisa e, portanto, foi utilizado neste artigo para as estimações das equações (1) e (2).

3.2 Fonte de Dados

Os dados utilizados neste artigo foram coletados de diferentes fontes. Para obtenção dos dados referentes as exportações (US\$) de minérios foi utilizado o Comexstat. Para os dados referentes ao PIB (R\$) de Minas Gerais e Pará foi utilizado o Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). Extraiu-se os dados relativos ao PIB (US\$) dos países importadores através do site do Banco Mundial. A conversão de moedas, de real brasileiro para dólares americanos, foi feita através do conversor de moedas do Banco Central, de modo a padronizar os cálculos realizados. Por fim, a distância (km) entre a capital do estado exportador e a capital do país importador, foi obtida através do site *Google Maps*.



4 Resultados e discussão

Esta seção apresenta os resultados referentes à estatística descritiva para todas as variáveis utilizadas nas equações (1) e (2); além disso, apresenta-se também a análise econométrica das variáveis que potencialmente determinam a variabilidade nos fluxos de exportação de minérios dos estados de Minas Gerais e Pará para seus principais parceiros comerciais do período de 2006 a 2018.

4.1 Estatística descritiva

As Tabelas 1 e 2 mostram, respectivamente, os valores médios, desvio padrão e os valores máximo e mínimo para todas as variáveis incluídas nos modelos estimados, para os estados de Minas Gerais e Pará.

Tabela 1 - Estatística descritiva das variáveis gravitacionais para o estado de Minas Gerais.

Variável	Obs.	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Valor exportado	234	518 mi	1,54 bi	2	12,2 bi
PIB de Minas Gerais	234	1,69 bi	373 mi	995 mi	2,16 bi
PIB parceiro	234	3,34 tri	4,93 tri	44,3 bi	22,4 tri
Distância bilateral	234	10508,39	4298,308	2813	18298
Dummy China	234	0,0555556	0,2295524	0	1

Notas: Exportação de minérios, PIB de Minas Gerais e PIB parceiro comercial em US\$; Distância bilateral em quilômetros, mi, bi e tri se referem a milhão, bilhão e trilhão, respectivamente.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 2 - Estatística descritiva das variáveis gravitacionais para o estado do Pará.

Variável	Obs.	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Valor exportado	286	329 mi	868 mi	220727	6,92 bi
PIB de Pará	286	408 mi	102 mi	215 mi	526 mi
PIB parceiro	286	3,04 tri	4,64 tri	86,6 bi	22,4 tri
Distância bilateral	286	9525,045	3882,121	5349	18140
Dummy China	286	0,0454545	0,208664	0	1

Notas: Exportação de minérios, PIB Pará e PIB parceiro comercial em US\$; Distância bilateral em quilômetros, mi, bi e tri se referem a milhão, bilhão e trilhão, respectivamente.

Fonte: Elaboração própria.

Ao se comparar as duas tabelas, percebe-se que para Minas Gerais o valor médio de exportação de minérios foi superior ao observado para o estado do Pará. Minas Gerais obteve, no período, valor exportado médio de 518 milhões de dólares enquanto o Pará exportou, em



média, o equivalente a 329 milhões de dólares. Sabendo que o minério representa parte das economias mineira e paraense e ao notar o valor médio do PIB para cada um dos estados nas Tabelas 1 e 2, pôde-se perceber que as variáveis caminham no mesmo sentido. O estado com maior volume médio exportado de minério, Minas Gerais, também apresentou média para a variável PIB mais elevada. Contudo, essa associação ainda se mostrou bastante preliminar e insuficiente para estabelecer uma relação precisa entre as variáveis mencionadas. Análises mais robustas são apresentadas na discussão dos resultados econométricos.

Para o PIB de Minas Gerais, a média foi de 1,69 bilhões de dólares, com valor máximo de 2,16 bilhões de dólares para o ano de 2012 e valor mínimo igual a 995 milhões de dólares para o ano de 2006. Em relação ao PIB do Pará, a média para o período foi de 408 milhões de dólares. O valor máximo atingiu 526 milhões de dólares no ano de 2011 e o valor mínimo foi de 215 milhões de dólares, correspondente ao ano de 2006.

A variável PIB do parceiro comercial de Minas Gerais obteve média de 3,34 trilhões de dólares, com valor máximo de 22,4 trilhões de dólares, correspondente aos Estados Unidos no ano de 2018, e valor mínimo de 44,3 bilhões de dólares, referente ao Barein no ano de 2006. Para o PIB de parceiro comercial do Pará, obteve-se média de 3,04 trilhões de dólares, com valor máximo de 22,4 trilhões de dólares, também referente aos Estados Unidos, no ano de 2018, e valor mínimo de 86,6 bilhões de dólares correspondente a Bulgária no ano de 2006.

Em relação à distância bilateral, para o comércio de minérios com Minas Gerais, o país mais próximo foi a Argentina, com distância de 2.813 km, e o país mais distante foi as Filipinas, com 18.298 km de distância. Já em relação ao Pará, seu parceiro comercial mais próximo foi os Estados Unidos, localizado a 5.349 km e o seu parceiro mais distante foi, como no caso de Minas Gerais, as Filipinas, a cerca de 18.140 km de distância da capital paraense.

Também se nota que o valor do desvio padrão de Minas Gerais para as exportações foi muito superior ao do Pará, indicando maior variabilidade nos volumes exportados por Minas Gerais entre os anos analisados. Assim, no período amostrado, nota-se maiores oscilações nos volumes comercializados pelo estado de Minas Gerais em relação aos fluxos de exportação de minério do Pará, que se apresentaram relativamente mais homogêneos no tempo.

Para ambos estados foi utilizada a variável binária China. Ela foi utilizada para capturar os efeitos das exportações de minérios, quando estas eram direcionadas a China. Assim, assumindo apenas dois valores, 1 quando as exportações eram destinadas para este país e zero caso contrário. Pelo valor médio, verifica-se através das Tabelas 1 e 2 que apenas cerca de 5% das observações amostradas para o estado de Minas Gerais eram relacionadas as importações chinesas de minério. Já no caso de Pará, percebe-se que este valor foi um pouco menor, ou cerca de 4% das observações.

4.2 Determinantes das exportações minerais de Minas Gerais para seus principais parceiros

Esta subseção apresenta as estimações da equação (1) com o intuito de verificar o efeito das variáveis relacionadas ao fluxo de exportação mineral do estado de Minas Gerais, sendo elas o PIB do estado, o PIB do parceiro comercial, a distância bilateral e se o fato do parceiro comercial ser a China promove algum efeito diferenciado sobre as exportações de minério de Minas Gerais entre o período de 2006 a 2008.



A tabela 3 apresenta os resultados para as exportações de minério do estado de Minas Gerais para seus 18 principais parceiros comerciais sob análise, em quatro especificações. Essas avaliaram o comportamento dos parâmetros, bem como o sinal e significância estatística, ao considerar diferentes tipos de controles, e assim, garantir maior robustez dos resultados.

A primeira delas (coluna 1) apresenta todas as variáveis utilizadas neste estudo, excluindo os efeitos fixos de parceiro comercial e de ano. A coluna 2 apresenta os resultados excluindo-se o efeito fixo de ano e mantendo as demais variáveis. A terceira especificação (coluna 3) mostra os coeficientes estimados acrescentando as variáveis de efeitos fixos e excluindo a variável dummy China. Por fim, a especificação 4, por incorporar os devidos efeitos fixos e todas as variáveis, será tratada como a especificação preferida. O quarto modelo mostra os resultados incluindo os efeitos fixos e a variável binária para capturar os efeitos das exportações chinesas sobre o comércio de minérios do estado de Minas Gerais.

Tabela 3 - Determinantes das exportações minerais de Minas Gerais para seus principais parceiros comerciais

Variável Dependente: Valor exportado	MQO1	MQO2	MQO 3	MQO 4
PIB de Minas Gerais (US\$)	0,5925*** (0,1312)	0,5560*** (0,1322)	0,3781* (0,2151)	0,3781* (0,2151)
PIB parceiro comercial (US\$)	0,00001 ^{NS} (0,00001)	0,0001** (0,00004)	0,0002*** (0,00004)	0,0002*** (0,00004)
Distância bilateral (km)	29993,68** (12305,18)	9318,92 ^{NS} (18895,05)	9938,508 ^{NS} (18888,24)	9938,508 ^{NS} (18888,24)
Dummy China	541000000*** (275000000)	446000000*** (656000000)	--	370000000*** (727000000)
Intercepto	-114000000*** (261000000)	-102000000*** (332000000)	-696000000 ^{NS} (433000000)	-696000000 ^{NS} (433000000)
Observações	234	234	234	234
EF de parceiro comercial	Não	Sim	Sim	Sim
EF de tempo	Não	Não	Sim	Sim
Prob > F	0,000	0,000	0,000	0,000
R ²	0,77	0,78	0,79	0,79
R ajustado	0,76	0,76	0,76	0,76

Notas: Desvio-padrão em parênteses. Níveis de significância: ***p<0.01, **p<0.05 e *p<0.10, NS: não significativo.

Fonte: Elaboração própria.

Verificou-se, a partir do coeficiente de determinação R², que as variáveis utilizadas explicaram cerca de 79% (especificação 4) da variabilidade dos fluxos de exportação de Minas



Gerais para seus principais parceiros comerciais. Mais precisamente, observou-se que o valor de R2 aumentou de aproximadamente 77% na especificação 1, para cerca de 79% na especificação 4. Essa observação evidenciou que os efeitos fixos são capazes de capturar outras características específicas dos parceiros comerciais e dos anos investigados que afetaram os fluxos comerciais do estado. Além disso, cabe ressaltar que em todas as especificações os sinais dos coeficientes se mantiveram inalterados e a magnitude das estimações variaram minimamente evidenciando a robustez do modelo.

Dentre as quatro estimações, a que gerou os melhores resultados foi a especificação 4, que ao utilizar os efeitos fixos, propiciou resultados mais coerentes. Novamente, ressalta-se que o referido modelo incorporou variáveis gravitacionais tradicionais (nível de produto e distância) bem como capturou o efeito do parceiro comercial China, considerando, através dos efeitos fixos, características particulares de cada parceiro e dos anos amostrados.

A variável PIB de Minas Gerais foi significativa a 1% e gerou um coeficiente de 0,3781, corroborando a teoria do modelo de gravidade e influenciando positivamente no comércio internacional. Para as quatro estimações, esta variável foi estatisticamente significativa, em diferentes níveis de significância, obtendo resultados consistentes com a teoria. Este resultado indicou que, em média, à medida que o PIB de Minas Gerais aumenta, existe também um aumento, menos que proporcional, nas exportações do estado. Em outras palavras, o aumento do nível do produto do estado de Minas Gerais indicou um efeito positivo sobre sua capacidade produtiva, e consequentemente, sobre seu potencial exportador.

Para a variável PIB parceiro comercial, nos modelos 2, 3 e 4, os resultados foram positivos e estatisticamente significativos aos níveis de 1% e 5%, corroborando a teoria do modelo de gravidade. Esses resultados sugerem que à medida que o PIB do país importador aumenta, há também um crescimento das exportações de minérios pelo estado de Minas Gerais. Essa relação pode ser racionalizada através da compreensão de que o crescimento do PIB do país demandante, eleva também seu potencial de importar bens.

Nota-se, contudo, que a variável PIB parceiro comercial apresentou coeficiente não significativo em MQO1, ou seja, nesta especificação, o nível de produto do parceiro comercial não influenciou nas exportações de minérios do estado de Minas Gerais nos anos analisados. Muito provavelmente essa não significância estatística foi gerada pela omissão dos efeitos fixos nessa estimação, comprovando, novamente, a relevância dos resultados demonstrados em MQO4.

Nas estimações 2, 3 e 4, a variável distância bilateral apresentou resultados estatisticamente não significativos. Teoricamente, o modelo gravitacional estabelece uma relação negativa entre a distância bilateral e a variável dependente pelo fato de que quanto maior a distância entre as regiões importadora e exportadora, há uma elevação nos custos de transporte incorridos nas transações (ALMEIDA; SILVA; BRAGA, 2011). Assim, esperava-se que os resultados fossem estatisticamente significativos e influenciassem negativamente o comércio internacional.



Outros autores também encontraram resultados contrários à teoria do modelo de gravidade. Joaquim (2020), por exemplo, analisou o impacto da utilização da distância efetiva⁷ ao invés da distância tradicional para as estimativas dos fluxos comerciais com o uso do modelo gravitacional. Ao fazer uso de diversos tipos de distância, o autor observou que para a distância tradicional, algumas estimações obtiveram como resultado a não significância estatística da variável e notou que o uso da distância efetiva foi capaz de gerar coeficientes estatisticamente significativos.

Dessa maneira, a não significância estatística da variável distância sugere que esta não representa quaisquer efeitos sobre os fluxos de exportação de Minas Gerais entre 2006 e 2018. Nesse sentido, pode ser que existam características não observadas como boas relações diplomáticas e qualidade do produto, por exemplo, que poderiam fazer com que o custo de transporte (capturado pela variável distância) não fosse um fator estatisticamente relevante no comércio de minérios do estado de Minas Gerais.

A variável *dummy* China foi utilizada nos modelos 1, 2 e 4 e suprimida no modelo 3. Nos três modelos, essa variável apresentou resultados estatisticamente significativos a 1%, influenciando positivamente o comércio de minério do estado de Minas Gerais. Este resultado insinuou que a relação bilateral com a China promove o aumento das exportações de minério de Minas Gerais significativamente. Esse aumento pode estar relacionado com o fato da China ser um grande demandante de minérios do estado de Minas Gerais, apresentando um fluxo médio contínuo de importações minerais. Em 2006, por exemplo, o país importou mais de 1 bilhão de dólares em minérios de Minas Gerais e, em 2018, esse valor chegou ao patamar de mais de 4 bilhões de dólares. Além disso, em 2011, atingiu um pico máximo em importação mineral de mais de 12 bilhões de dólares (COMEXSTAT, 2021).

4.3 Determinantes das exportações minerais de Pará para seus principais parceiros

Assim como foi analisado para Minas Gerais, esta subseção apresenta as estimações da equação (2) para verificar o efeito das variáveis relacionadas ao fluxo de exportação mineral do estado do Pará, sendo elas o PIB do estado, o PIB do parceiro comercial, a distância bilateral e se o fato do parceiro comercial ser a China promove algum efeito diferenciado sobre as exportações de minério do Pará entre os anos de 2006 a 2018.

A tabela 4 apresenta os resultados para as exportações minerais do Pará para seus 22 principais parceiros comerciais sob análise em quatro especificações, com o intuito de avaliar o comportamento dos parâmetros, o sinal e significância estatística, além de considerar diferentes tipos de controles, para gerar maior robustez ao modelo.

A coluna número 1 apresenta todas as variáveis utilizadas nesta análise, excluindo os efeitos fixos de parceiro comercial e de ano. A coluna 2 exibe os resultados excluindo-se o efeito fixo de ano e mantendo as demais variáveis, a coluna 3 mostra os coeficientes estimados para as especificações acrescentando as variáveis de efeitos fixos e excluindo a variável *dummy* China. Por fim, a especificação 4 (especificação preferida) mostra os resultados incluindo os

⁷ A distância efetiva utilizada por Joaquim (2020) foi estimada de forma mais desagregada possível dos dados de distância percorrida pelos bens no comércio bilateral entre os países, de forma que toda a distância interna percorrida por estes bens em cada país seja considerada no cálculo final da distância.



efeitos fixos e a variável binária para capturar o efeito das exportações chinesas sobre o comércio de minerais do Pará.

Tabela 4 - Determinantes das exportações minerais de Pará para seus principais parceiros comerciais

Variável Dependente: Valor exportado	MQO 1	MQO 2	MQO 3	MQO 4
PIB de Pará (US\$)	1,1417*** (0,2607)	0,6580*** (0,2214)	0,9283432*** (0,350957)	0,9283432*** (0,350957)
PIB parceiro comercial (US\$)	0,00002*** (0,000006)	0,0002*** (0,0002)	0,0002545*** (0,0000216)	0,0002545*** (0,0000216)
Distância bilateral (km)	30458,92*** (7284,217)	-254395,7*** (36828,07)	-305464,4*** (37389,57)	-305464,4*** (37389,57)
Dummy China	2980000000*** (161000000)	2210000000*** (221000000)	--	1950000000*** (221000000)
Intercepto	-634000000*** (129000000)	1960000000*** (378000000)	2460000000*** (399000000)	2460000000*** (399000000)
Observações	286	286	286	286
EF de parceiro comercial	Não	Sim	Sim	Sim
EF de tempo	Não	Não	Sim	Sim
Prob > F	0,000	0,000	0,000	0,000
R ²	0,74	0,83	0,84	0,84
R ajustado	0,73	0,82	0,82	0,82

Notas: Desvio-padrão em parênteses. Níveis de significância: ***p<0.01, **p<0.05 e *p<0.10; NS: não significativo.

Fonte: Elaboração própria.

Ao analisar o coeficiente de determinação R², percebe-se, na Tabela 4, que as variáveis utilizadas explicaram cerca de 84% (especificação 4) da variabilidade dos fluxos de exportação do Pará para seus principais parceiros comerciais. Também se observou que o valor de R² aumentou de aproximadamente 74% na especificação 1, para cerca de 84% na especificação 4, comprovando que os efeitos fixos de parceiro comercial e de ano permitem estimar mais seguramente os determinantes das exportações minerais paraenses, assim como no caso de Minas Gerais. Além disso, cabe ressaltar que em todas as especificações os sinais dos coeficientes se mantiveram inalterados e a magnitude das estimações variaram minimamente evidenciando a robustez dos modelos apresentados na Tabela 4.

A estimação 4, dentre todas, foi a que apresentou o melhor ajuste aos dados. A variável PIB do Pará gerou coeficientes positivos e foi estatisticamente significativa em todas as estimações ao nível de 1%, corroborando a teoria do modelo de gravidade. Esse resultado indicou que à medida que o PIB paraense aumenta, há também um aumento nas exportações de minério do estado. Mais claramente, para o caso da estimação 4, à medida que o PIB paraense aumenta em 1 dólar, as exportações de minério aumentam, em média, 0,92 dólares. Essa



associação positiva entre o nível de produto da unidade federativa e a variável dependente se estabeleceu pelo fato do incremento no PIB do Pará resultar em maior capacidade de produção e exportação.

Em relação a variável PIB parceiro comercial, novamente, em todos os modelos os coeficientes obtidos foram significativos ao nível de 1% de significância, em consonância com a teoria do modelo gravitacional. Para estas estimações, a variável em questão exerceu influência positiva sobre o comércio, devido ao fato de que quanto maior o nível do produto interno bruto do parceiro comercial do Pará, maior tende a ser seu potencial em realizar importações.

Para a variável distância bilateral, nas estimações 4, 3 e 2, os resultados foram estatisticamente significativos a 1%, afetando negativamente o comércio internacional de minérios do Pará. Esses resultados estão em conformidade com a teoria e sugerem que à medida que a distância aumenta, maior tende a ser os custos envolvidos no comércio internacional e menor o fluxo comercial com países mais distantes. De maneira contrária ao esperado, o resultado observado em MQO1, na Tabela 4, gerou um coeficiente estatisticamente significativo com sinal positivo. Tal constatação mostra que quando não se inclui os efeitos fixos nos modelos, os resultados se tornam incoerentes com a teoria, ressaltando assim a necessidade de controlar os fatores relativos ao tempo e aos parceiros comerciais para obter resultados não enviesados e consistentes.

A variável *dummy* China foi utilizada nos modelos 1, 2 e 4 e omitida no modelo 3. Nos três modelos em que foi inserida, essa variável apresentou resultados estatisticamente significativos ao nível de 1% indicando um efeito positivamente do parceiro comercial sobre o comércio paraense de minérios entre 2008 e 2016. Como para Minas Gerais, a China é também um grande parceiro comercial para o estado do Pará, principalmente no comércio mineral. Especificamente, no caso do Pará, a China registrou fluxos crescentes de importação durante todo o período analisado. No ano de 2006, por exemplo, o parceiro comercial adquiriu mais de 600 milhões de dólares em minérios paraenses e, em 2018, esse número saltou para mais de 6 bilhões de dólares em importações minerais (COMEXSTAT, 2021).

5 Considerações finais

O objetivo principal deste artigo foi analisar os determinantes das exportações minerais de Minas Gerais e do Pará para seus principais parceiros comerciais entre o período de 2006 a 2018. Foram estimados dois modelos econométricos gravitacionais, utilizando os dados em painel através do método dos mínimos quadrados ordinários com efeitos fixos.

Ao observar tanto os resultados obtidos na análise do estado de Minas Gerais e do estado do Pará, percebe-se que as variáveis PIB de Minas Gerais, PIB de Pará e PIB de parceiro comercial geraram resultados de acordo com o esperado e confirmaram as premissas do modelo gravitacional. Assim, observou-se que essas variáveis influenciam positivamente o comércio de minérios de Minas Gerais e do Pará no período amostrado. A variável distância bilateral entre a capital do Pará e seus principais parceiros comerciais gerou coeficientes coerentes com a literatura de comércio, sugerindo um efeito negativo sobre os fluxos de exportação. Para o caso da variável distância entre a capital mineira e seus principais parceiros comerciais, averiguou-se que os resultados da estimação foram estatisticamente não significativos, resultando assim em um efeito nulo desta variável sobre as exportações de minério do estado de Minas Gerais.



Para a variável *dummy* China, os resultados obtidos influenciaram positivamente o comércio mineiro e paraense de minérios, exibindo maior efeito no comércio entre Minas Gerais e China do que entre o estado do Pará e o parceiro asiático.

O uso dos efeitos fixos se mostrou de grande relevância para as estimações, pois permitiram controlar fatores específicos relativos ao tempo e aos parceiros comerciais, para assim mitigar eventuais vieses nos parâmetros estimados. De modo geral, os resultados obtidos neste artigo foram, em sua maioria, consistentes com o modelo gravitacional, corroborando as premissas da teoria de gravidade.

Além disso, conclui-se que as investigações realizadas neste artigo fornecem informações seguras aos órgãos competentes, para que estes possam formular e conduzir melhores políticas comerciais que permitam a promoção de maiores níveis de renda e ganhos de bem-estar aos estados abordados.

Sugere-se para futuras pesquisas que os próximos trabalhos incorporem além da distância tradicional a análise também da distância efetiva, que pode capturar melhor os custos de transporte e representar uma distância que esteja mais próxima da realidade, capturando um efeito mais adequado e sendo mais precisa na análise do modelo de gravidade, conforme observado por Joaquim (2020).

Referências bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO - ANM. **Anuário Mineral Brasileiro Principais Substâncias Metálicas 2018**, 2019. Disponível em: http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/anuario-mineral/anuario-mineral-brasileiro/amb_2018.pdf [acesso em 16 fevereiro,2020]

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO - ANM. **Distribuição CFEM 2019**, 2020. Disponível em: https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra/relatorios/distribuicao_cfem_ano.aspx?ano=2019. Acesso em 16 dezembro de 2020.

ALMEIDA, Fernanda Maria de; SILVA, Orlando Monteiro da; BRAGA, Marcelo José. O comércio internacional do café brasileiro: a influência dos custos de transporte. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 49, n. 2, p. 323-340, 2011.

AZEVEDO, André Felipe Zago de. O Efeito Do Mercosul Sobre O Comércio : Uma Análise Com O Modelo Gravitacional. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, 34(2), 307–339, 2004.

BADO, Álvaro Labrada; et al. Das vantagens comparativas à construção das vantagens competitivas: uma resenha das teorias que explicam o comércio internacional. **Revista de Economia & Relações Internacionais**, p. 5-20, 2004.

BOBATO, Angel Maite; CORONEL, Daniel Arruda; FEISTEL, Paulo Ricardo. Os determinantes do comércio intraindústria entre o Brasil, a União Europeia e a **China**, no período de 2006 a 2017: uma aplicação do modelo gravitacional. **Geosul**, v. 35, n. 77, p. 695-731, 2020.

CARVALHO, Pedro Sérgio Landim de; et al. **Minério de ferro**. BNDES Setorial 39, p. 197-234, 2014.

CATEIA, et al. Determinantes das Exportações de Castanha de Caju da Guiné-Bissau (1986-2011): Uma análise sob a ótica do modelo de gravidade de Bergstrand. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 56(4), 583–604, 2018.



FRANCK, Alison Geovani Schwingel et al. Competitividade das exportações australianas e brasileiras de minério de ferro para a China (1999-2014). **Revista NECAT-Revista do Núcleo de Estudos de Economia Catarinense**, v. 4, n. 8, p. 28-43, 2015.

GONÇALVES, Beatriz S. **Fluxo do comércio internacional brasileiro segundo o modelo gravitacional em 2012**. 2014. 67 f. Monografia – Departamento de Economia e Relações Internacionais, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: < <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/128073>>. Acesso em: 25 de novembro de 2020.

GOUVÊA, Amanda Carabeti; ZAMBON, Fabiane Mafini; SEABRA, Fernando. Distância, Custos De Transporte e Tamanho de Mercado: Uma Aplicação do Modelo Gravitacional para Análise do Comércio Mundial de Compressores. **XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP**, São Carlos, São Paulo. 2010

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO - IBRAM. **A indústria da mineração: para o desenvolvimento do Brasil e a promoção da qualidade de vida do brasileiro**, 2014. Disponível em: <http://portaldaminerao.com.br/wp-content/uploads/2017/06/00005649.pdf?x73853>. Acesso em 08 de agosto, 2020.

JESUS, Carlos Antônio Gonçalves de; JOAQUIM, Leandro Galinari. **Sumário Mineral 2018 - Ferro**, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral/sumario-mineral-brasileiro-2018>. Acesso em 05 de setembro de 2020.

JOAQUIM, Everton Garcia. **O impacto da utilização da distância efetiva para estimativas de comércio com o modelo gravitacional: um estudo para o MERCOSUL. 2020**. Dissertação - (Escola de negócios programa de pós graduação em economia do desenvolvimento mestrado em economia do desenvolvimento), Porto Alegre, 2020.

JÓRDAN, Jaime.; PARRÉ, José. Luiz. Dinâmica das exportações da América Latina: economias de escala ou dumping recíproco? **Revista de Economia Aplicada**, São Paulo, v. 10, n. 4, p. 589-607, 2006.

KRUGMAN, Paul R.; OBSTFELD, Maurice; MELITZ, Marc J.. Comércio mundial: uma visão geral: O tamanho é importante: o modelo de gravidade. *In: Economia Internacional*. 10. ed. São Paulo: Pearson, 2015. Cap. 2. p. 9-12. Tradução Ana Julia Perrotti-Garcia.

MAZZUCHETTI, Roselis N.; SHIKIDA, Pery FA. O comércio internacional do açúcar sob a perspectiva do modelo gravitacional. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 2, p. 471-482, 2017.

MENDES, Carlos Magno et al. Economia (introdução). *In Os determinantes do comércio internacional*, Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC, 2007. p 95-96.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS - MDIC. **Exportações em 2018 alcançam o maior valor dos últimos 5 anos**, 2019. Disponível em <http://www.mdic.gov.br/index.php/ultimas-noticias/3777-exportacoes-em-2018-alcancam-o-maior-valor-dos-ultimos-5-anos> [acesso 29 maio, 2020]

MINISTERIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS – MDIC. Exportação e Importação Geral: Minas Gerais, Pará - **Capítulo SH2- Minérios, escórias e cinzas**. Comexstat, 2021. Disponível em <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>. Acesso em: 10/02/2021

MISSAGGIA, Silvia Zanosso et al. O modelo de gravidade e o efeito fronteira: uma análise do comércio do estado do Rio Grande do Sul com os países do BRICS. **XX Encontro Nacional de Economia (ANPEC), Florianópolis–SC**, 2015.

MONTENEGRO, Rosa Livia Gonçalves et al. Ciência e Tecnologia versus estruturas estaduais: uma análise em dados em painel (2000-2010). **Anais do XLII Encontro Nacional de Economia. ANPEC-Associação Nacional dos Centros de Pós-graduação em Economia**, 2014.



NASCIMENTO, Fábio; JÚNIOR, Dilmar P. A evolução do modelo gravitacional na economia. **Revista Saber Humano**, Recanto Maestro, n. 3, p. 163-175, 2013.

PAIS, Paloma Santana Moreira; GOMES, Marília Fernandes Maciel; CORONEL, Daniel Arruda. Análise da competitividade das exportações brasileiras de minério de ferro, de 2000 a 2008. RAM. **Revista de Administração Mackenzie**, v. 13, n. 4, p. 121-145, 2012.

PAULA, Josiane Souza de; SILVA, Orlando Monteiro da. Fatores internos como determinantes da competitividade no comércio internacional: um enfoque gravitacional. **Análise Econômica**, v. 33, n. 64, 2015.

PIANI, Guida; KUME, Honorio. **Fluxos bilaterais de comércio e blocos regionais: uma aplicação do modelo gravitacional**. Rio de Janeiro, 2000.

PINTOR, et al. o impacto da crise financeira de 2008-2009 sobre as exportações paranaenses: Uma Aplicação do Modelo Gravitacional. **Revista Orbis Latina**, 6, 37-54, 2009.

ROCHA, Ricardo Pinto. O Comércio Minas Gerais/China. **Revista Brasileira de Gestão e Engenharia| RBGE| ISSN 2237-1664**, n. 5, p. 01-14, 2012.

SILVA, Fernanda Aparecida, et al. (2018). Comércio internacional e crescimento econômico: uma análise considerando os setores e a assimetria de crescimento dos estados. **Nova Economia**, 28(3), 807-848.

SILVA, Orlando M. da; ALMEIDA, Fernanda M. de; OLIVEIRA, Bethania M. de. Comércio internacional" x" intranacional no Brasil: medindo o efeito-fronteira. **Nova Economia**, v. 17, n. 3, p. 427-439, 2007.

SILVA, José Alderir da; LOURENÇO, André Luís Cabral de. Teorias do Comércio Internacional, Estrutura Produtiva e Crescimento Econômico. 2018. **Economia-Ensaios**, Uberlândia, p 159-188.

SMITH, A. **Riqueza das nações**: investigação sobre sua natureza e suas causas. Trad. Luiz João Baraúna. São Paulo: Abril Cultural, 1983. (Os Economistas.)

TRINDADE, Carolina Silva da; BEPLER, Lucas Souza. Análise das vantagens comparativas e orientação regional das exportações do tabaco brasileiro entre 2006 e 2016. **Revista Estudo & Debate**, v. 27, n. 1, 2020.

XIAOWEN, Wang. **Uma análise do comércio de minério de ferro entre a China e o Brasil: contexto, fatores de influência e perspectivas**. 2020. Dissertação (Pós-Graduação em Estudos Estratégicos Internacionais) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

ZANCHI, Vinicius Vizzotto et al. Desempenho das exportações brasileiras de frutas in natura (1996-2007): uma análise sob a ótica do modelo gravitacional. **Revista Teoria e Evidência Econômica**, v. 19, n. 41, 2013, p9-34.