

O Efeito da infraestrutura de transporte sobre as exportações e déficits comerciais: uma análise para os estados brasileiros

*Alana Marinho Feitosa[†]
Jefferson S. Fraga^{††}*

[†] Graduanda em economia pela Universidade Federal de Sergipe (UFS), Aracaju, SE, Brasil. E-mail: alanaeconomicas@gmail.com.

^{††} Professor Associado da Universidade Federal de Sergipe (UFS), Aracaju, SE, Brasil. E-mail: jsfraga@academico.ufs.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5203-1755>.

Resumo

Este artigo investiga o efeito do investimento público em infraestrutura de transportes sobre as exportações e os déficits comerciais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, no período 2001- 2020, empregando o GMM-System (Generalized Method of Moments). Os resultados indicam que, no curto prazo, o investimento público em infraestrutura de transportes tem um impacto significativo tanto nas exportações quanto no déficit comercial, promovendo um aumento das exportações e uma redução do déficit comercial. As variáveis de controle – taxa de câmbio, capital humano, PIB per capita e qualidade institucional – aumentam as exportações, em grande parte das estimações, mas possuem resultados mistos, em relação ao déficit comercial. Ademais, os testes Arellano Bond, Sargen e Hansen, confirmam a robustez do teste e apresentam resultados consistentes ao modelo. A análise evidencia a importância de investimentos em infraestrutura de transporte rodoviário como uma estratégia eficaz para melhorar o desempenho comercial dos estados brasileiros e do Distrito Federal.

Palavras-chave: Infraestrutura, Exportação, Déficit comercial

Abstract

This paper examines the effect of public investment in transport infrastructure on the exports and trade deficits of Brazilian states and the Federal District over the period 2001-2020, utilizing the Generalized Method of Moments (GMM-System). The results indicate that, in the short term, public investment in transport infrastructure significantly influences both exports and the trade deficit, leading to an increase in exports and a reduction in the trade deficit. The control variables—exchange rate, human capital, GDP per capita, and institutional quality—generally contribute to an increase in exports in most estimates, though they yield mixed results concerning the trade deficit. Furthermore, the Arellano-Bond, Sargan, and Hansen tests confirm the robustness of the model, with results that are consistent with the theoretical expectations. The analysis highlights the crucial role of investment in road transport infrastructure as a strategy to enhance the trade performance of Brazilian states and the Federal District.

Keywords: Infrastructure, Export, Trade Deficit.

1 Introdução

A manutenção de um estoque adequado de infraestrutura é fundamental para facilitar o comércio e mitigar os déficits comerciais. A infraestrutura eficiente de transporte é essencial para reduzir custos

de transação, aumentar a competitividade das exportações e, conseqüentemente, melhorar o saldo comercial de um país ou região (Resende; Fraga, 2021). Logo, sua disponibilidade permite a conectividade e o crescimento do comércio entre as economias, no entanto, a sua falta promove efeito contrário.

As melhorias na infraestrutura de transporte não apenas facilitam o fluxo de mercadorias e serviços, mas também contribuem para a diversificação da pauta exportadora e para a inserção competitiva do país no comércio internacional. De outro modo, melhores redes de transporte aumentam a produtividade e ajudam um país a conectar-se à economia internacional a custos menores (Donaubauer et al., 2018).

Estudo realizado por Rehman et al. (2020) demonstrou que, em países do sul da Ásia, um índice agregado de infraestrutura não apenas promove as exportações, mas também contribui para a redução dos déficits comerciais ao longo do tempo. Dessa forma, os resultados sugerem que o aumento do investimento em infraestrutura em um país tem um impacto significativo tanto sobre as exportações quanto sobre o déficit comercial.

No contexto brasileiro, essa relação é especialmente relevante devido à vasta extensão territorial do país e às disparidades regionais em termos de desenvolvimento econômico e de infraestrutura. A acentuada deficiência de infraestrutura em várias regiões agrava ainda mais estas disparidades (Fraga; Resende, 2023).

A heterogeneidade regional pode intensificar as dificuldades enfrentadas por regiões menos desenvolvidas, no qual setores econômicos frequentemente lidam com desafios como baixa rentabilidade, baixa produtividade e longos períodos de maturação (Silva; Marques, 2020, apud Costa et al., 2023).

No Brasil, a infraestrutura de transporte apresenta desafios significativos que variam entre suas regiões. Enquanto o Sul e o Sudeste possuem uma infraestrutura relativamente desenvolvida e diversificada, quando comparado ao restante do país. Outras regiões ainda enfrentam deficiências graves que limitam seu potencial exportador e aumentam seus custos de produção. Portanto, investigar o efeito da infraestrutura de transporte sobre comércio dos estados brasileiro é de grande relevância dado os altos custos de transportes associados a um baixo estoque e serviços deficientes de infraestrutura, além da sua forte relação com a produtividade dos fatores. De fato, as disparidades na infraestrutura de transporte entre as regiões do Brasil também é um ponto relevante a ser investigado, pois revelam desafios dos *policy makers* para o desenvolvimento econômico.

De acordo com Costa et al. (2023), a baixa taxa de investimento em infraestrutura no Brasil é um fator agravante para as deficiências regionais. Nos últimos anos, essa taxa tem se mantido abaixo de 20% do PIB, com a média trimestral de 2018 sendo de apenas 15,08% (IPEA, 2021, apud, Costa et al., 2023). Esse patamar é considerado insuficiente, especialmente quando comparado às taxas observadas em países com níveis de desenvolvimento mais avançados, como China (39%), Vietnã (30%) e Coreia do Sul (29%). É importante destacar que essas taxas de investimento se referem a infraestrutura de forma geral, incluindo a de transporte.

Nesse contexto, é importante identificar o efeito do investimento em infraestrutura de transporte nas exportações e no déficit comercial nos estados brasileiros. Além disso, é crucial avaliar como essa heterogeneidade regional influencia a eficiência econômica e a competitividade no comércio internacional. Portanto, testa a hipótese, de que um aumento significativo no investimento em infraestrutura de transporte promove o aumento das exportações e a redução dos déficits comerciais nos estados brasileiros.

Para testar esta hipótese, utilizamos um painel dinâmico para examinar os efeitos de curto prazo da infraestrutura de transporte sobre as exportações e déficits comerciais dos estados brasileiros no período de 2001 a 2020.

A próxima seção deste artigo apresenta as relações entre infraestrutura e o comércio internacional. A seção 3 estão a especificação do modelo, a metodologia e fonte dos dados, além da justificativa teórica deste trabalho. Os resultados empíricos estão na seção 4 e as considerações finais na seção 5.

2. Infraestrutura e o comércio internacional

A infraestrutura é essencial para o comércio internacional, pois proporciona uma base sólida para a conectividade econômica e redução dos custos de transação. Uma infraestrutura de transporte eficiente diminui os custos logísticos, aumenta a competitividade das exportações e melhora o saldo comercial do país. Fraga e Resende (2023), destacam que uma infraestrutura adequada é um fator crítico para o desempenho econômico, permitindo um fluxo mais eficiente de mercadorias e serviços, e facilitando o acesso aos mercados globais.

A expansão dos mercados internos e a competição internacional das economias estão fortemente vinculadas à qualidade e ao desenvolvimento das redes de infraestruturas, como as de transporte (Sánchez e Rosa, 2004). Com isso, a necessidade de reduzir barreiras comerciais e melhorar a infraestrutura de transporte torna-se evidente, uma vez que a acessibilidade a esses mercados demonstra a conectividade econômica.

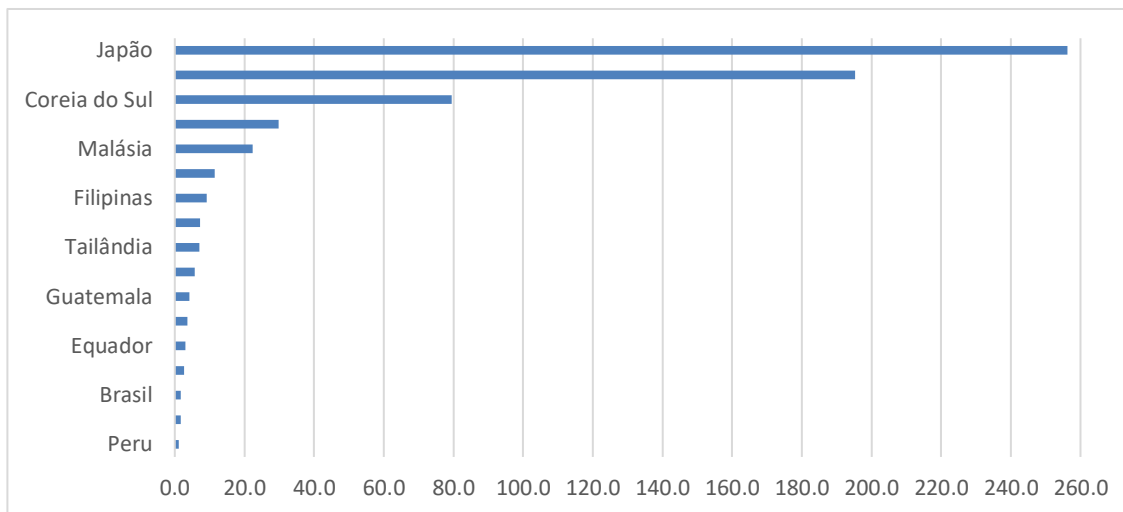
Nesse sentido, a infraestrutura em transporte é particularmente favorável ao comércio brasileiro. Hoekman e Nicita (2008) estimaram que uma redução de 10% nos custos de transporte aumenta o comércio em 6%; já, um crescimento de 10% no investimento geral em infraestrutura avança em 5% as exportações. Logo, uma infraestrutura de transporte moderna possibilitaria ganhos de produtividade e facilitaria a integração do Brasil na economia global.

Embora a importância da infraestrutura seja amplamente reconhecida, o Brasil enfrenta desafios significativos nessa área. Estudos realizados por Fraga e Ferreira-Filho (2023), indicam que a escassez de investimentos públicos em infraestrutura de transporte resulta em deficiências que elevam os custos operacionais e criam gargalos logísticos, pois se mostram insuficientes para atender às crescentes demandas do comércio internacional. Moreira et al. (2008) apostam que esses gargalos não apenas aumentam os custos de produção, mas também reduzem a competitividade das exportações em países latino-americanos, como no caso do Brasil.

Os investimentos em infraestrutura de transportes no Brasil caíram significativamente entre 2001 e 2023, atingindo apenas 0,56% do PIB em 2023. O setor rodoviário, no entanto, continuou a receber a maior parte dos investimentos, com 57,69% do total alocado nesse período. Essa alta concentração de recursos no transporte rodoviário destaca a forte dependência da logística brasileira desse setor, que é responsável por 61% da movimentação de cargas no país. (Oliveira, 2024).

Para uma perspectiva mais geral, a Figura 1 apresenta o percentual de estradas e ferrovias em relação à área de uma amostra de países da América Latina, Tigres e novos Tigres Asiáticos. Considerando a média do período de 1990 a 2017, a economia brasileira apresenta uma relação de 1,76%, superior apenas ao Peru e Colômbia (1,18 e 1,73%). Por exemplo, no ano de 1990 a economia brasileira possuía uma relação de 2% contra 2,76% da economia chinesa, já em 2017 o Brasil apresenta uma relação inferior, 1,72% contra 53% da China. Este baixo estoque de infraestrutura de transportes é, de certa forma, refletido no baixo desempenho comercial do país e de seus estados. A Figura 2, os valores de 2017, o último ano da amostra.

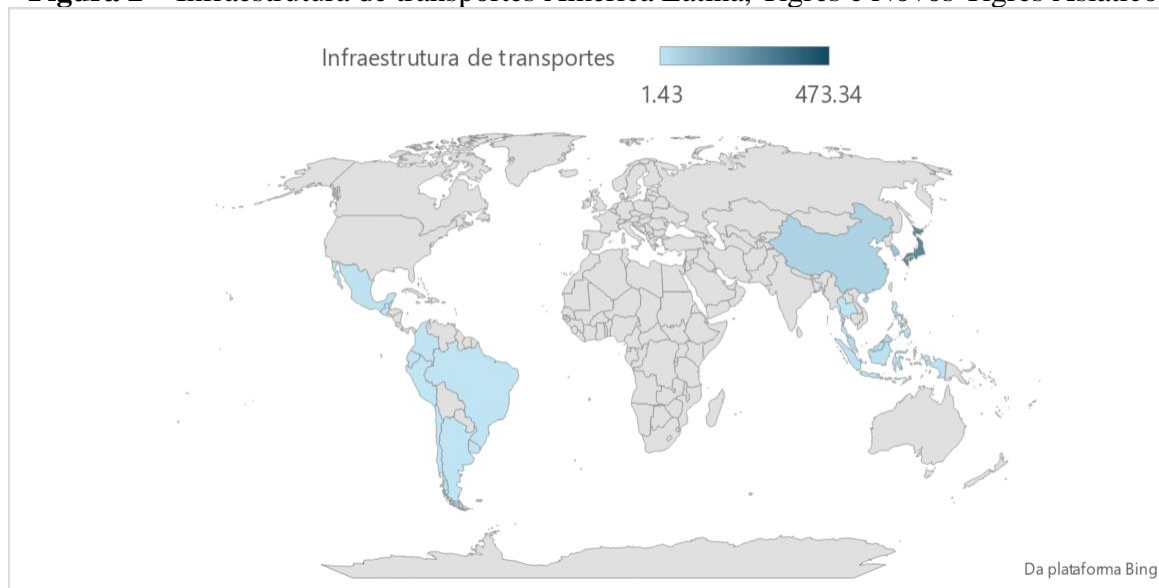
Figura 1 – Estradas e Ferrovias em % da área do país (média 1990-2017)



Fonte: elaboração própria.

Nota: Dados extraídos de Canning D. (1998), International Road Federation (IRF) e World Bank Indicadors.

Figura 2 – Infraestrutura de transportes América Latina, Tigres e Novos Tigres Asiáticos



Fonte: elaboração própria.

Nota: Dados extraídos de Canning D. (1998), International Road Federation (IRF) e World Bank Indicadors. Cingapura foi adicionado a esta amostra.

Portanto, menor estoque e qualidade de serviços de infraestrutura, elevam os custos de produção, transação e reduzem a capacidade do país e seus estados de competir de forma mais eficiente no mercado internacional (Fraga; Resende, 2023).

Quedas dos investimentos públicos, sem a contrapartida do setor privado, levanta preocupações sobre a qualidade e a expansão da infraestrutura de transporte no Brasil. Para Costa et al. (2023), a baixa taxa de investimento em infraestrutura no Brasil decorre não apenas da escassez de financiamento de longo prazo, mas também dos períodos de alta inflação que dificultam o cálculo e as previsões de rentabilidade. Mesmo com a estabilização da moeda nacional após o Plano Real, a recuperação do investimento foi comprometida por falhas na coordenação política, incertezas excessivas e a alta irreversibilidade dos investimentos.

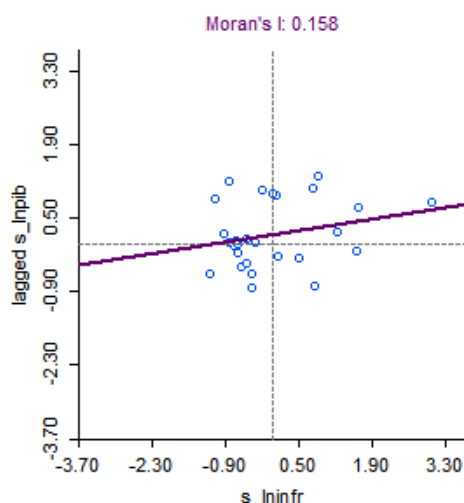
Por outro lado, Fraga e Ferreira-Filho (2023) sugerem investimentos em infraestrutura devem ser também uma prioridade para os policy makers, dado o efeito crowding in da infraestrutura pública

e o investimento privado geralmente observado pelas evidências empíricas.

Sánchez e Rosa (2004), destacam que, a infraestrutura contribui diretamente para a formação do Produto Interno Bruto (PIB). Em contraste, países emergentes que competem com o Brasil, como Rússia, Índia, China, Coreia, Vietnã, Chile e Colômbia, investem, em média, 3,4% de seus PIB em transportes (IPEA, 2016).

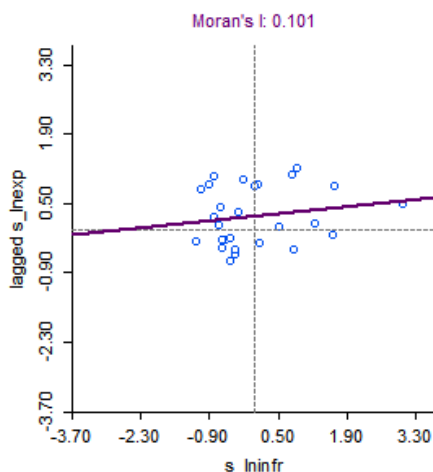
No contexto dos estados brasileiros, a relação entre o investimento público em infraestrutura de transporte, exportação e o crescimento econômico dos estados revelam uma correlação positiva. O PIB estadual e as exportações demonstram uma associação estreita com o nível de infraestrutura de transporte ao longo do período de 2001 a 2020 (Figuras 3 e 4). Esses dados ressaltam a importância dos investimentos em infraestrutura para a melhoria do desempenho econômico do país e de suas unidades federativas.

Figura 3 – Infraestrutura, PIB Estadual (2001-2020)



Fonte: Elaboração própria
Nota: Dados extraídos do IBGE

Figura 4 – Infraestrutura, Exportação (2001-2020)

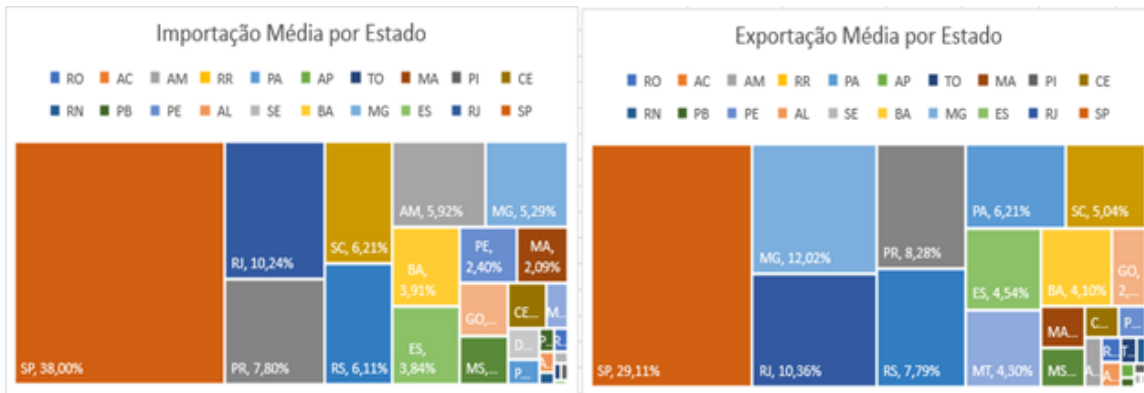


Fonte: Elaboração própria
Nota: Dados extraídos do IBGE

Além disso, a Figura 5 apresenta a distribuição média das importações e das exportações por Estado no Brasil entre 2001 a 2020. observa-se que, para ambas as variáveis, os estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Paraná, juntos, representam mais de 50% do total, em comparação aos

outros estados brasileiros.

Figura 5 – Importação e Exportação médias por estado (2001-2020)

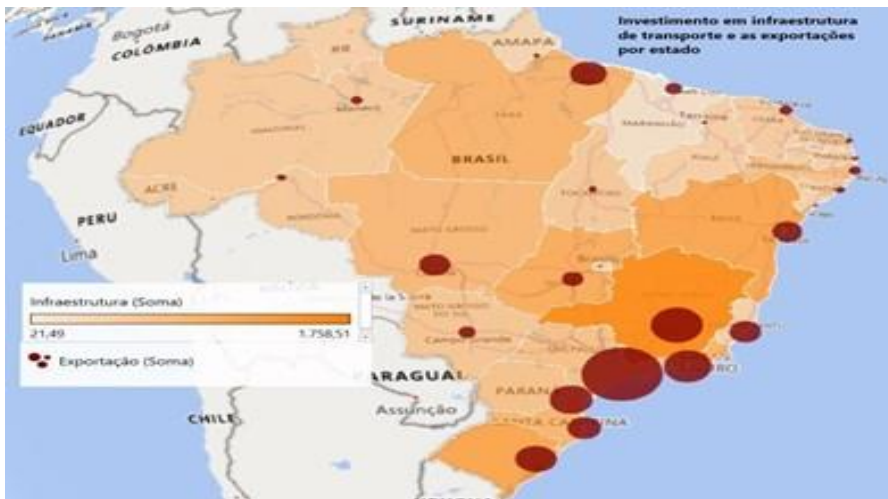


Fonte: Elaboração própria

Nota: dados extraídos pelo World Development Indicators

São Paulo, por sua vez, se destaca de forma significativa, com 38% das importações e 29,11% das exportações. Este destaque reforça a posição de São Paulo como o principal centro econômico do país. O Rio de Janeiro também mostra relevância, contribuindo com 10,24% das importações e 10,36% das exportações, enquanto Minas Gerais participa 5,92% das importações e 12,02% das exportações. Ainda, o -se uma correlação positiva entre o investimento em infraestrutura e o desempenho comercial dos estados (Figura 6).

Figura 6 – Correlação, infraestrutura e exportações estaduais (2001-2020)



Fonte: Elaboração própria.

Nota: Dados extraídos do WDI

Esses dados refletem uma concentração das atividades econômicas nos estados Sul e Sudeste do país, regiões com maior atividade econômica, desempenho comercial e nível de infraestrutura. Ainda, o observado em Fraga e Ferreira-Filho (2023) uma causalidade do estoque de infraestrutura em relação a sensibilidade do investimento privado para economia brasileira ou em Ferreira (1996) e Ferreira e Miliagros (1998), uma relação positiva entre infraestrutura, produtividade e crescimento. Relação complementar entre o investimento público em infraestrutura e produtividade também encontrado em Aschauer (1989) para economia americana ou em Calderón e Servén (2004; 2010) para americana Latina e outros grupos de países. Nesse sentido, maiores investimentos em infraestrutura, sobretudo de transportes, é essencial para na redução da concentração das exportações e heterogeneidade produtiva dos estados brasileiros.

3. Especificação do modelo e fonte dos dados

Para estimar o efeito da infraestrutura de transporte sobre o comércio exterior dos estados brasileiros e do distrito no período de 2001 a 2020, utilizamos a seguinte estrutura de dados (Tabela 1). O recorte temporal considera aspectos relativos ao tamanho da amostra, homogeneidade das séries de dados, o número de parâmetros a serem estimados e a restrição de informações sobre as variáveis relacionadas a exportações dos estados e distrito federal.

As variáveis exportação e déficit comercial formam as variáveis independentes estudadas por meio de um GMM (*Generalized Method of Moments*). Estimador escolhido dada as características da amostra, devido à sua eficácia em lidar com problemas de endogeneidade e heterogeneidade, especialmente em estudos com dados de painéis curtos, como os disponíveis neste trabalho, que cobrem o período de 2001 a 2020.

Tabela 1 – Descrição e fonte dos dados

Variáveis dependentes	Fonte de dados
Exportações (R\$ constantes)	WDI
Déficit comercial (R\$ constantes)	WDI
Infraestrutura transporte (investimento)	IPEA
Capital humano (rendimento escolar)	IBGE
Qualidade institucional (taxa de escolarização)	IBGE
PIB per capita (R\$ constantes)	IPEA
Taxa de câmbio real (R\$ constantes)	IPEA

Nota: O déficit comercial foi calculado por transformação seno hiperbólica inversa.

Seguindo estratégia semelhante as de Rehman et al. (2020) e Resende e Fraga (2021), usamos uma proxy para Qualidade da Institucional estadual (taxa de escolarização estadual), Capital Humano (rendimento escolar estadual), PIB per capita (PIB per capita estadual), taxa de câmbio real. A variável de infraestrutura é representada pelo investimento público real em infraestrutura de transporte dos estados. A variável déficit comercial estaduais possui valores negativos, os quais convertemos aplicando uma transformação seno hiperbólica inversa – este procedimento permite manter as propriedades dos valores das séries originais. Por fim, além das exportações, todas as variáveis são convertidas em logaritmos naturais.

3.1 Justificativa teórica

A infraestrutura de transporte é fundamental por reduzir os custos de transação e facilitar o acesso aos mercados internacionais. Com investimentos em infraestruturas de transporte, como rodovias, os países conseguem exportar bens de forma mais eficientes e competitiva.

A teoria econômica regional destaca a importância da infraestrutura para o desenvolvimento equilibrado das regiões. Políticas públicas focadas na melhoria da infraestrutura de transporte devem também levar em conta a diversidade regional. Krugman (1991) argumenta que a infraestrutura adequada pode promover a concentração de atividades econômicas em regiões específicas, incentivando um crescimento regional mais integrado e reduzindo desigualdades econômicas.

Evidências empíricas corroboram que investimentos em infraestrutura de transporte têm um impacto positivo significativo no crescimento econômico e na eficiência do comércio. Calderón e Servén (2004) mostram que melhorias na infraestrutura estão associadas a aumentos na produtividade e no crescimento. Além disso, análises regionais confirmam que a infraestrutura desempenha um papel crítico na integração econômica e na redução das desigualdades regionais.

3.2 Modelo Econométrico

Assumindo consideráveis ganhos de eficiência do estimador System GMM relação ao estimador Difference GMM (BLUNDELL e BOND, 1998). Este trabalho emprega o estimador System GMM criado por Arellano e Bover (1995) e Blundell e Bond (1998). O método GMM é eficiente frente a problemas de endogeneidade, na ausência de instrumentos estritamente exógenos para todos os regressores endógenos ou pré-determinados (Roodman, 2009a e 2009b). Portanto, o estimador GMM necessita apenas de um conjunto de condições de momento deduzidas dos pressupostos básicos de um modelo econométrico sejam satisfeitas. Logo, tal fato torna os demais estimadores um caso especial do GMM.

O estimador GMM-System, combina momentos de níveis e diferenças, aumentando a eficiência das estimativas, além de utilizar instrumentos que são endogenamente determinados, o que confere maior robustez aos resultados.

O modelo geral pode ser expresso pela seguinte fórmula:

$$X_{i,t} = \alpha X_{i,t-1} + \beta Z_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad i = 1, \dots, N \text{ e } t = 1, \dots, t$$
$$\varepsilon_{i,t} = \mu_i + \eta_t + v_{i,t}$$

Nesta equação, $X_{i,t}$ representa a variável independente de interesse (exportação e o déficit comercial) para o estado i no tempo t . A variável $X_{i,t-1}$ corresponde à defasagem das variáveis dependentes, incluída no modelo para capturar a dependência dinâmica inerente ao comportamento econômico dos estados ao longo do tempo. $Z_{i,t}$ é um vetor de variáveis (variáveis macroeconômicas dependentes como infraestrutura de transporte, capital humano, qualidade institucional, PIB per capita e taxa de câmbio) dos determinantes do investimento. α e β são os coeficientes. μ_i é o termo não-observável específico de cada estado, η_t é um termo não-observável específico a cada período e $v_{i,t}$ é o termo aleatório, sendo $\varepsilon_{i,t} \sim IID(0, \sigma^2, \mu)$ e $v_{i,t} \sim (0, \sigma^2, \mu)$ independentes um do outro e entre eles mesmos.

O modelo será estimado tanto em uma etapa (*One-step*) quanto em duas etapas (*Two-step*), sendo que a segunda abordagem corrige possíveis problemas de heterocedasticidade nos resíduos ao considerar uma matriz de variância-covariância robusta.

Para validar as estimações, o teste de Arellano-Bond foi aplicado para verificar a ausência de autocorrelação de segunda ordem, enquanto os testes de Sargan e Hansen foram utilizados para avaliar a validade dos instrumentos.

Para testar a robustez dos resultados, foram adotadas mais duas estimações, uma que considera o período de 2001 a 2013, desconsiderando o contexto de crise estagnação, especialmente após 2014 e o período da crise sanitária de COVID-19. A terceira estimação transformou a série de dados em 4 períodos com média de 4 anos (2001-2004; 2005-2008; 2009-2012; 2013-2016 e 2017-2020). O objetivo é reduzir o impacto do ciclo econômico nas estimativas dos coeficientes, uma vez que o período estudado contempla o período do boom das commodities, crise política, econômica e o período pandêmico. Outro ponto positivo é que a média dos dados em intervalos de 4 anos reduz o número de observações com valores iguais a zero ou com valores negativos.

4. Resultados empíricos

A Tabela 2 apresenta os resultados das estimativas econométricas utilizando o método GMM-System em uma e duas etapas (*One-step e Two-step*). O foco desta análise está na avaliação do impacto do investimento público em infraestrutura de transportes sobre a exportação e o déficit comercial ao longo do período (2001 a 2020).

Uma preocupação central no uso do GMM-System é a proliferação de instrumentos, um problema discutido por Roodman (2009a, 2009b). Quando o número de instrumentos cresce desproporcionalmente em relação ao tamanho da amostra, pode ocorrer excesso de ajuste, que resulta

em coeficientes enviesados e em testes de especificações fracos, como o de Hansen. No presente estudo, medidas foram tomadas para evitar esses problemas, como a utilização de instrumentos colapsados e limitação dos lags, conforme recomendado pela literatura. Os testes realizados no modelo, demonstram consistência ao confirmar que não houve problemas de autocorrelação de segunda ordem AR(2) no teste Arellano-Bond, uma vez que as hipóteses nulas não foram rejeitadas. Além disso, os testes de Sargen e Hansen indicam que os conjuntos dos instrumentos são válidos, com p-valor que corroboram a validade dos instrumentos. O modelo também apresentou resultados semelhantes entre os dois momentos, com variações mínimas nos valores observados.

Tabela 2 – Estados Brasileiros: Exportação e Déficit Comercial (2001-2020)

	Exportação		Déficit Comercial	
	GMM-System (one-step)	GMM-System (two-step)	GMM-System (one-step)	GMM-System (two-step)
Exportação/ D. Comercial	0.634***	0.600***	0.973***	0.955***
erro-padrão	0.108	0.168	0.036	0.036
Infraestrutura transporte	0.168***	0.167***	0.026*	0.042***
erro-padrão	0,053	0,069	0,015	0,014
Capital humano	1.906***	0.529	1.426***	1.120***
erro-padrão	0.784	0.961	0.242	0.279
Qualidade institucional	-2.833***	-0.983	-0.858**	-0.975**
erro-padrão	1.398	1.118	0.417	0.457
PIB per capita	0.397***	0.949***	-0.281***	-0.154***
erro-padrão	0.163	0.338	0.066	0.021
Taxa de câmbio	0.167	0.297*	-0.464***	-0.266*
erro-padrão	0.184	0.185	0.119	0.149
Observações	368	368	368	368
Grupos	27	27	27	27
Instrumentos	14	14	27	27
Teste Arellano-Bond				
AR (1)	0.000	0.051	0.002	0.002
AR (2)	0.403	0.964	0.116	0.106
Teste Sargan	0.137	0.137	0.637	0.555
Teste Hansen		0.286		0.287

Fonte: Elaboração própria.

Nota: ***, ** e * denotam a significância de 1%, 5% e 10%. Todas as variáveis estão em forma de log natural e séries estatuais.

Os resultados do GMM-System sugerem a hipótese de que há uma relação significativa entre a infraestrutura de transporte e as variáveis independentes (exportações e déficit comercial). Os dados demonstram que um aumento de 1% nos investimentos de infraestrutura está associado a um aumento aproximado de 0,17% nas exportações dos estados brasileiros e um aumento em média de 0,034% nos déficits comerciais, no entanto, sendo o efeito absoluto sobre as exportações. O que nos indica que um melhor acesso aos mercados pode ajudar a equilibrar o comércio exterior para os estados brasileiros (Tabela 2).

A desvalorização cambial promove aumento nas exportações e reduções no déficit comercial dos estados. A depreciação cambial torna os produtos nacionais mais competitivos, e uma infraestrutura de transporte eficiente potencializa esse efeito ao reduzir os custos logísticos e facilitar o acesso aos mercados internacionais. Contudo, é importante considerar que, embora a desvalorização cambial beneficie o setor exportador, pode haver um aumento nos custos de insumos e bens de capital importados, o que pode mitigar os benefícios esperados, principalmente se houver uma infraestrutura defasada para compensar esses custos (Oreiro, Missio e Jayme Jr., 2015, apud, Costa et al., 2023).

Da mesma forma, o crescimento da renda também promove um aumento significativo para a exportação e a uma redução para o déficit comercial, reforçando a teoria econômica postulada por Sánchez e Rosa (2004). Esse efeito é ainda mais interessante quando acompanhado por uma

infraestrutura de transporte eficiente, que facilita o escoamento da produção e amplia o acesso aos mercados internacionais. Com relação capital humano (proxy para produtividade), os resultados são positivos tanto para as exportações quanto para os déficits comerciais, mas com valor absoluto predominante para as exportações. Por fim, a proxy para variável institucional apresenta valores positivos, como esperado (two-step), mas não significativo para as exportações e negativos e significativos para déficit comercial dos estados.

As Tabelas 3 e 4 apresentam as estimativas que desconsideram o período de 2014 e os anos posteriores e as estimativas por média dos períodos. De uma forma geral, os principais resultados são mantidos (Tabela 3 e 4), principalmente para nossa variável de maior interesse, o investimento público em infraestrutura de transportes.

Tabela 3 – Estados Brasileiros: Exportação e Déficit Comercial (2001-2013)

	Exportação		Déficit Comercial	
	GMM-System (one-step)	GMM-System (two-step)	GMM-System (one-step)	GMM-System (two-step)
Exportação/ D. Comercial	0.807***	0.740***	1.005***	0.974***
erro-padrão	0.071	0.062	0.153	0.054
Infraestrutura transporte	0.094**	0.262***	-0.021	0.049*
erro-padrão	0.046	0.085	0.084	0.029
Capital humano	-1.060**	-1.009**	-0.593	-0.036
erro-padrão	0.524	0.467	1.285	0.251
Qualidade institucional	0.661	1.085	-1.294	-0.919**
erro-padrão	1.013	1.033	1.350	0.336
PIB per capita	0.564***	0.622**	-0.073	-0.028
erro-padrão	0.139	0.211	0.280	0.082
Taxa de câmbio	0.514***	0.724***	-0.135	-0.219*
erro-padrão	0.157	0.125	0.433	0.124
Observações	208	208	208	208
Grupos	27	27	27	27
Instrumentos	14	14	27	27
Teste Arellano-Bond				
AR (1)	0.000	0.002	0.000	0.013
AR (2)	0.155	0.171	0.330	0.314
Teste Sargan	0,097	0.148	0.438	0.439
Teste Hansen		0,249		0.849

Fonte: Elaboração própria.

Nota: ***, ** e * denotam a significância de 1%, 5% e 10%. Todas as variáveis estão em forma de log natural e séries estaduais.

Tabela 4 – Estados Brasileiros: Exportação e Déficit Comercial (média)

	Exportação		Déficit Comercial	
	GMM-System (one-step)	GMM-System (two-step)	GMM-System (one-step)	GMM-System (two-step)
Exportação/ D. Comercial	0.843***	0.807***	0.821***	0.767***
erro-padrão	0.045	0.041	0.125	0.043
Infraestrutura transporte	0.051	0.079**	0.033	0.060*
erro-padrão	0.048	0.039	0.064	0.035
Capital humano	-4.210***	-3.270***	0.003	0.071
erro-padrão	0.926	0.543	0.870	0.240
Qualidade institucional	4.855***	3.058*	-3.053	-2.838***
erro-padrão	1.894	1.685	1.912	0.547
PIB per capita	0.973***	0.942***	0.336	0.516***
erro-padrão	0.197	0.196	0.309	0.116
Taxa de câmbio	1.028***	1.057***	0.412	0.458*
erro-padrão	0.398	0.277	0.571	0.243
Observações	108	108	108	108

Grupos	27	27	27	27
Instrumentos	16	16	27	27
Teste Arellano-Bond				
AR (1)	0.062	0.134	0.011	0.038
AR (2)	0.517	0.414	0.366	0.314
Teste Sargan	0.229	0.209	0.949	0.712
Teste Hansen		0.302		0.403

Fonte: Elaboração própria.

Nota: ****, ** e * denotam a significância de 1%, 5% e 10%. Todas as variáveis estão em forma de log natural e séries estatuais.

Os resultados são consistentes com o argumento de que uma melhor infraestrutura diminui custos de comércio e altera as vantagens comparativas de um país ou região, possibilitando maior fragmentação das cadeias produtivas de abastecimento e impulsionando o comércio internacional do país e estados, para o caso deste estudo (Brooks e Menon, 2008; Rehman et al., 2020; Resende; Fraga, 2021).

5. Considerações Finais

Este estudo analisou o efeito do investimento público em infraestrutura de transporte sobre as exportações e déficits comerciais dos estados brasileiros e do Distrito Federal, no período de 2001 a 2020, utilizando o método GMM-System. Os resultados ressaltam a importância estratégica desses investimentos para a competitividade das exportações e para a sustentabilidade da balança comercial dos estados brasileiros e Distrito Federal.

Os resultados também confirmam a hipótese de que investimentos em infraestrutura de transporte desempenham um papel crucial na melhoria do desempenho econômico, não só ao resultar em um aumento da exportação de cada estados, mas também para a redução do déficit comercial.

As variáveis de controle, como taxa de câmbio, capital humano, PIB per capita e qualidade institucional, desempenharam papéis significativos, reforçando a importância de uma abordagem multifacetada para compreender o impacto das políticas investimento em infraestrutura de transporte. A desvalorização cambial e o crescimento da renda também mostraram efeitos positivos nas exportações e nas reduções dos déficits comerciais, destacando a relevância de um ambiente macroeconômico favorável para a eficácia desses investimentos.

No entanto, a análise também trouxe à tona a persistente disparidade regional no Brasil. Os estados das regiões Sul e Sudeste, com uma infraestrutura maior capacidade de investimentos em infraestrutura, apresentaram melhor desempenho comercial em comparação com outras regiões do país. Esta concentração regional destes investimentos sublinha a necessidade de políticas direcionadas que abordem as deficiências de infraestrutura em áreas menos desenvolvidas.

Referências

Arellano, M.; Bover, O. 1995. Another look at the instrumental variable estimation of error-components models. *Journal of Econometrics*, v.68, n. 1, p. 29- 51, 1995.

Aschauer, D. A. Is public expenditure productive? *Journal of Monetary Economics*, v. 23, p. 177- 200, 1989

Blundell, R.; Bond, S. (1998) Initial Conditions and Moment Restrictions in Dynamic Panel Data Models. *Journal of Econometrics*, 87, 115-143. [http://dx.doi.org/10.1016/S0304-4076\(98\)00009-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00009-8).

Brooks HD, Menon J (2008) *Infrastructure and trade in Asia*. Edward Elgar Publishing Limited, Cheltenham. <https://doi.org/10.4337/9781848442733>.

- Calderón, C.; Servén, L. Infrastructure in Latin America. World Bank Policy Research, 2010. (Working Paper, n. 5317).
- Calderón, César; Servén, Luis. “The Effects of Infrastructure Development on Growth and Income Distribution.” **World Bank of Chile**, 2004. (Working Paper, n. 270).
- Canning, D. (1998). “A Database of World Stocks of Infrastructure, 1950–95.” *The World Bank Economic Review* 12: 529–547.
- Costa, J. E. A. B.; Esperidião, F.; Missio, F. J.; Fraga, J. S.; Moura, F. R. Uma análise dos determinantes macroeconômicos do investimento produtivo dos estados brasileiros (2008-2018). **Revista Econômica**, Niterói, v. 25, n. 02, dezembro 2023.
- Donaubauer, J.; Glas, A.; Meyer, B.; Nunnenkamp, P (2018). Disentangling the impact of infrastructure on trade using a new index of infrastructure. **Rev World Econ.** v. 154: 745-784.
- Federação Internacional De Estradas (IRF) World Road Statistics, Disponível em http://www.irfnet.ch/world_road_statistics.php. Acesso em: 8 agosto.2024.
- Ferreira, P. C. (1996). “Investimento em infraestrutura no Brasil: fatos estilizados e relações de longo prazo”. *Pesquisa e Planejamento Econômico (PPE)*, vol. 26, n. 2, p. 231- 252, Rio de Janeiro.
- Ferreira, P. C.; Malliagos, T. G. (1998). “Impactos produtivos da infraestrutura no Brasil: 1950-1975”. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 2:315–338.
- Fraga, J. S.; Ferreira-Filho, H. L. The effects of infrastructure and public investment on the elasticity of private investment: an empirical investigation for Brazil. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 43, n. 1, 2023.
- Fraga, J. S.; Resende, M. F. C. Infraestrutura, expectativas e investimento: evidências empíricas para a América Latina. **Economia e Sociedade**, v. 32, n. 1 (77), p. 79-102, janeiro-abril 2023.
- Hoekman, B.; Nicita, A. Trade policy, trade costs and developing country trade. World Bank Policy Research Working Paper Series No. 4797. **World Bank**, Washington, DC, 2008.
- Krugman, Paul. **Geography and Trade**. MIT Press, 1991.
- Moreira, M.M; Volpe M.C.; Blyde, M.S. Unclogging the Arteries: The Impact of Transport Costs on Latin American and Caribbean Trade. **IDB Publications (Books)**, Inter-American Development Bank, n. 264, June, 2008.
- Neto, Carlos. **Reflexões Sobre Investimentos em Infraestruturas de Transporte no Brasil**. Radar, n. 47. Rio de Janeiro: IPEA, 2016.
- Oliveira, R.R. (Des)investimentos em infraestrutura de transporte no Brasil. – 2001 / 2024. **Logística Brasil: Brazilian shippers Association**; MCR2 Inteligência Estratégica, 2024.
- Rehman, F. Ur.; Noman, A. A.; Ding, Yibing. Does infrastructure increase exports and reduce trade deficit? Evidence from selected South Asian countries using a new Global Infrastructure Index. **Journal of Economic Structures**, v. 9, n. 1, p. 1-23, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40008-020-0183-x>.

Resende, M. F. C.; Fraga, J. S.; Strachman, E. Infraestrutura, exportações e déficit comercial: evidências empíricas para países da América Latina. In: **49º Encontro Nacional de Economia**. Área 7: Economia internacional, 2021.

Ricardo, David. **On the Principles of Political Economy and Taxation**. John Murray, 1817.

Roodman, David. 2009a. “How to do xtabond2: An Introduction to Difference and System GMM in Stata”. *Stata Journal*, v. 9, n. 1, p. 86-136, 2009.

Roodman, David. 2009b. “A Note on the Theme of Too Many Instruments.” *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, v. 71, n.1, p. 135-158, 2009.

Rozas, P; Sánchez, R. Desenvolvimento de infra-estrutura e crescimento económico: revisão conceptual. CEPAL, Santiago, 2004.

World Bank. World Bank Indicators Online. Washington, D. C.: Data and Statistic. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator>. Acesso em: 8 agosto, 2024.