

GASTOS PÚBLICOS COM INFRAESTRUTURA E DISPARIDADES REGIONAIS: IMPACTOS NO PIB *PER CAPITA* DAS REGIÕES SUL E NORDESTE DO BRASIL

Marianne Costa Oliveira¹

Sabino da Silva Porto Junior²

RESUMO: Existe uma vasta pesquisa que analisa os fatores que influenciam o crescimento econômico de longo prazo. Dentro desse amplo universo de estudos, se destaca a análise do impacto dos investimentos em infraestrutura como impulsionador do desenvolvimento econômico de um dado país ou região. Nesse sentido, para que o progresso econômico de um país ou região possa ser viabilizado, no longo prazo, se faz necessária a devida adequação de sua infraestrutura de forma a permitir uma melhor integração e aproveitamento dos recursos distribuídos em seu território. Historicamente, as políticas voltadas para a infraestrutura de transporte, por exemplo, não ocorreram de maneira homogênea ao longo do território brasileiro, ou seja, enquanto as regiões sul e sudeste se beneficiaram com a ampliação de suas estruturas de transportes, regiões como norte e nordeste receberam investimentos relativamente menores. Assim, a análise empírica desenvolvida neste trabalho buscou estimar o grau de relação entre o PIB *per capita* e os gastos públicos com infraestrutura de transporte, energia e comunicação das regiões sul e nordeste do Brasil, por meio do Modelo de Autoregressão Vetorial (VAR). Os resultados apontaram impactos distintos para as duas macrorregiões. Os gastos com transporte e energia exerceram maior impacto sobre o PIB *per capita* da região Nordeste do que da região Sul, sendo que o investimento em infraestrutura de transporte e energia têm importância significativa para o crescimento econômico do Nordeste. Ou seja, estimou-se que na região nordeste a elasticidade do investimento público em infraestrutura de transporte em relação ao PIB *per capita* é de 0,07 e a elasticidade do investimento público em energia de 0,01.

Palavras-chave: Infraestrutura, crescimento econômico, NGE, modelo VAR.

ABSTRACT: There is extensive research that looks at the factors that influence long term economic growth. Within this broad universe of studies, the analysis of the impact of investments in infrastructure as a driver of the economic development of a given country or region stands out. In this sense, in order for the economic progress of a country or region to be made viable, in the long term, it is necessary to properly adapt its infrastructure in order to allow a better integration and use of the resources distributed in its territory. Historically, policies aimed at transport infrastructure, for example, did not occur in a homogeneous manner throughout the Brazilian territory, that is, while the south and southeast regions benefited from the expansion of their transport structures, regions such as the north and northeast received relatively smaller investments. Thus, the empirical analysis developed in this work sought to estimate the degree of relationship between GDP per capita and public spending on transport, energy and communication infrastructure in the southern and northeastern regions of Brazil, using the Vector Autoregression Model (VAR). The results showed different impacts for the two macro-regions. Spending on transportation and energy had a greater impact on the GDP per capita of the Northeast region than of the South region, and investment in transportation and energy infrastructure is of significant importance for economic growth in the Northeast. That is, it was estimated that in the Northeast region the elasticity of public investment in transport infrastructure in relation to GDP per capita is 0.07 and the elasticity of public investment in energy is 0.01.

Keywords: Infrastructure, economic growth, NGE, VAR model.

JEL classification: H54, L90, O18

Área 5 -Crescimento econômico e desenvolvimento regional

¹Professora da Universidade Estadual de Santa Cruz (DCEC/UESC).

²Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGE-UFRGS).

1 INTRODUÇÃO

A disparidade regional de renda do Brasil é historicamente registrada em vários estudos, de forma que, os seus reflexos são observados na concentração do PIB nas regiões Sul e Sudeste do país (MUNDIAL, 2008; SOUZA, 2007; ABREU PESSÔA, 1997). Várias são as abordagens teóricas utilizadas por aqueles que buscam entender os motivos de existir essas desigualdades entre as regiões brasileiras: diferenças nas taxas de crescimento e suas causas; o papel das vantagens comparativas regionais; o papel das aglomerações (SACHS; WARNER, 1999; SOLOW, 1956; MANKIW; ROMER; WEIL, 1992; KRUGMAN, 1992; PUGA, 1999).

Na abordagem da nova geografia econômica (NGE), as firmas são atraídas para as regiões que apresentam melhores acessos aos consumidores e aos fornecedores quando existem custos de transportes baixos ou intermediários e retornos crescentes de escala nas interações econômicas (FUJITA; KRUGMAN; VENABLES, 1999; FUJITA; THISSE, 2002; FUJITA; KRUGMAN, 2004). Assim, se não existissem custos positivos de transportes, poucas seriam as razões possíveis para que houvesse diferenças na distribuição da atividade econômica, uma vez que, qualquer um poderia acessar qualquer pessoa ou empresa no planeta (GLAESER; KOHLHASE, 2004).

Assim, um dos fatores que explica o diferencial do nível de renda *per capita* entre as regiões é o acesso aos mercados (SOUZA, 2007; BANISTER; BERECHMAN, 2001; HIRSCHMAN, 1961). Por exemplo, em Mundial (2008) é sustentado que as políticas em infraestrutura são necessárias em qualquer estratégia de desenvolvimento regional, devido a sua capacidade em promover maior mobilidade dos fatores de produção. Uma forma de reduzir as lacunas entre as regiões atrasadas e as regiões líderes é realizar investimentos na consolidação da infraestrutura das regiões menos desenvolvidas. Essa tem sido uma preocupação das agências internacionais de desenvolvimento. (FAGEDA; OLIVIERI, 2019).

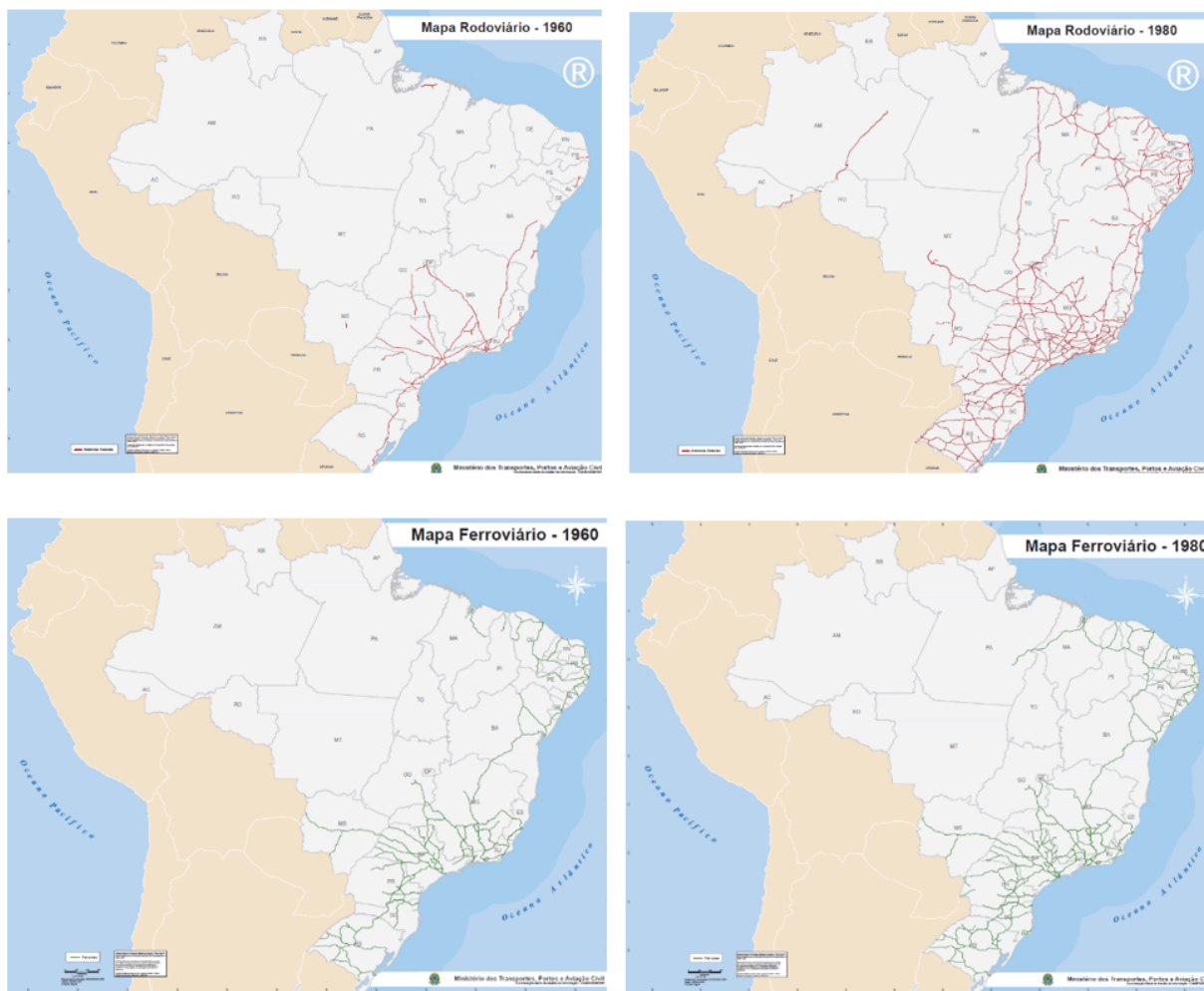
O setor de transporte desempenha uma importante atividade intermediária na cadeia produtiva de todos os setores da economia, sendo o principal responsável pelo deslocamento dos insumos e dos produtos finais no espaço ou território. Dessa forma, a escolha da localização pelas firmas leva em consideração a proximidade com um sistema de transporte que seja confiável e ágil, apresentando, em paralelo, um menor custo de deslocamento. Assim, reflexos desejáveis sobre a produtividade dos fatores e o bem-estar dos agentes econômicos podem ser obtidos por meio da implantação de um adequado sistema de transportes numa dada região ou em um dado país (CAMPOS; HADDAD, 2016; DOMINGUES; MAGALHÃES; FARIA, 2009; TOYOSHIMA; FERREIRA, 2009; BANISTER; BERECHMAN, 2001; GALVÃO, 1996; ASCHAUER, 1989).

Observando a evolução tanto da malha rodoviária quanto da malha ferroviária do Brasil do ano de 1960 para o ano de 1980, é nítido que a estrutura de transporte era relativamente pouco desenvolvida no geral nos anos 1960, contudo, mesmo nesse contexto, a malha viária se encontrava já bastante consolidada nas regiões que atualmente apresentam as maiores concentrações da produção do país - regiões Sul e Sudeste do Brasil (**Figura 1**). Passados 20 anos, como observado nos mapas relacionados ao ano de 1980, é evidente que os esforços relacionados à ampliação da infraestrutura de transportes, especialmente o rodoviário, foram voltados, principalmente, para aquelas duas regiões mais produtivas e industrializadas do país, o que pode ter contribuído, de certa forma, para o agravamento do crescimento econômico desigual entre as regiões brasileiras.

A partir de 1990, no entanto, a estratégia de desenvolvimento nacional passou aos poucos a adotar, como vetor dinâmico, a conexão com a demanda externa para trazer, via multiplicador de emprego e renda, maiores impactos para a economia doméstica (PIRES; CAMPOS, 2019). Nesse sentido, as iniciativas de concessão do serviço público de transportes à iniciativa privada foram ampliadas e os governos passaram a direcionar suas agendas para estimular o setor de infraestrutura de transportes, sobretudo aumentou o estímulo ao investimento no modal de transporte ferroviário de cargas (PIRES; CAMPOS, 2019; CASTILHO; ARRAIS, 2017; ARAÚJO, 2006).

No entanto, conforme observado na **Figura 1**, a economia brasileira não é homogênea em termo de infraestrutura de transportes, logo, os reflexos no emprego e, conseqüentemente na riqueza gerada, dessa estratégia de desenvolvimento iniciada nos anos 1990 podem ter agravado as discrepâncias entre as microrregiões brasileiras, principalmente, entre as regiões Sul e Sudeste, desenvolvidas e as regiões Norte e Nordeste relativamente menos desenvolvidas. Como destacado por Perobelli e Haddad (2006), a heterogeneidade regional, refletida em questões estruturais diversas, como custos relacionados ao transporte e facilidade de acesso ao mercado externo, afeta o

Figura 1 – Mapa rodoviário e ferroviário do Brasil, 1960 – 1980



Fonte: (BRASIL, 2020).

dinamismo exportador de uma dada região.

Analisando-se o desempenho da economia brasileira no período 2003-2008 nota-se um crescimento relativamente maior, quando se compara com o período entre 2009 e 2014 em que se observou uma desaceleração do ritmo do crescimento, com exceção do ano de 2010. Por fim, o período de 2015 e 2016 foi marcado por uma acentuada recessão, em que o PIB *per capita* acumulou uma perda superior a 8% e o investimento apresentou intensa queda (HORTA; GIAMBIAGI, 2018).

Depois de dois anos de forte retração, o PIB *per capita* do Brasil apresentou um inexpressivo aumento de 0,2%, no ano de 2017. No âmbito regional, verifica-se que nove Estados brasileiros apresentaram valores de PIB *per capita* superiores ao PIB *per capita* nacional, contemplando nessa relação todos os Estados da região Sul, que ficaram atrás apenas do Distrito Federal (DF), São Paulo (SP) e Rio de Janeiro (RJ). Por outro lado, destaca-se que dos Estados que apresentaram PIB *per capita* inferiores ao nacional, oito dentre os nove piores valores de PIB *per capita* pertencem à região Nordeste (IBGE, 2018). Esses dados apontam para um comportamento desigual entre as regiões brasileiras na distribuição de riqueza que, dentre diversas explicações possíveis, pode ter uma parcela justificada pelo montante de investimento não somente em infraestrutura de transporte, mas também nas demais infraestruturas que permitam que as regiões estejam mais integradas, aproveitando os recursos distribuídos em seu território, e possam obter progresso econômico no longo prazo.

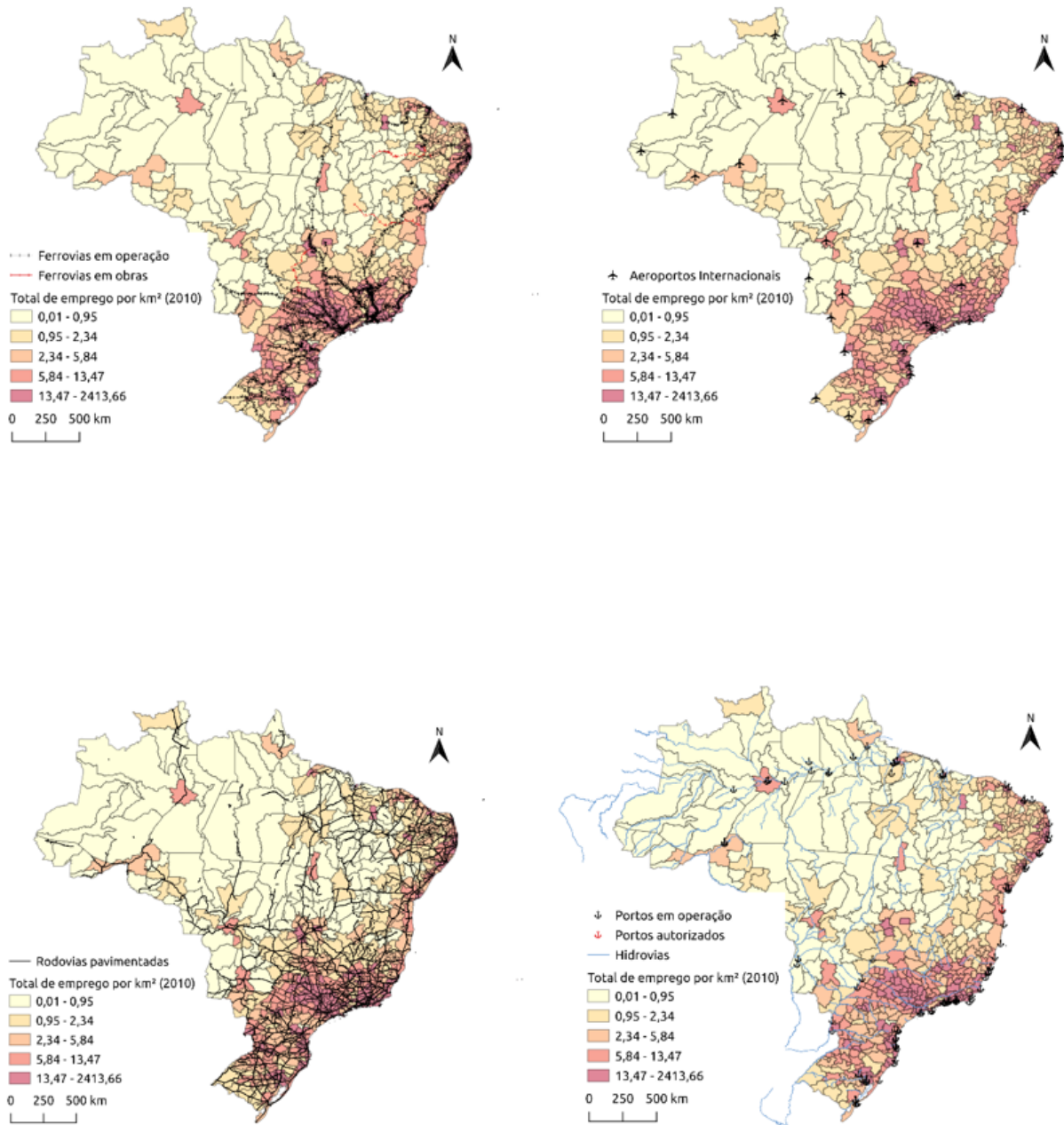
Assim como a conexão com a demanda externa passou a ser a estratégia para impactar e estimular a dinâmica da economia, tendo como uma das vias de transmissão o multiplicador de emprego, os fatores internos negligenciados, como a distribuição homogênea e eficiente da infraestrutura, tornaram-se importantes para explicar o comportamento desigual do nível de riqueza regional nesse período (SILVA; MARTINS; NEDER,

2016; ARAÚJO, 2006; BANISTER; BERECHMAN, 2001).

A **Figura 2** mostra a distribuição espacial do total de emprego formal por área das microrregiões brasileiras, no ano de 2010, contrapondo com os principais sistemas de transportes distribuídos entre as microrregiões brasileiras, no mesmo ano.

Pode-se verificar que, basicamente, aquelas microrregiões com maior concentração do emprego formal no total dos setores produtivos pertencem às regiões Sul e Sudeste do país e estão interligadas por sistemas de transportes densos, seja nos modais rodoviário, ferroviário ou portuário. Por outro lado, nas regiões Norte e Nordeste do Brasil se concentram a maior parcela das microrregiões com baixa densidade em termos de sistemas de transportes e baixo concentração de emprego formal.

Figura 2 – Densidade da ferrovia e da rodovia pavimentada das microrregiões brasileiras, 2010



Fonte: Elaboração própria, com base em, IBGE (2018) – arquivo Shape, RAIS (2010) – total de emprego.

Dessa forma, o principal objetivo desse estudo é analisar os impactos dos investimentos regionais em infraestrutura econômica sobre a riqueza da economia brasileira, especificamente, sobre o PIB *per capita* das regiões Sul e Nordeste do Brasil e, para tanto, foi estimado um modelo de Vetores Autoregressivos (VAR). Portanto, desagregando os gastos públicos da infraestrutura econômica em comunicação, energia elétrica

e transportes, no período de 1994 a 2015, a análise busca, ainda, responder se um maior investimento em infraestrutura na região Nordeste (região com pior resultado em termos de PIB *per capita*) seria capaz de amenizar a diferença de riqueza em relação à região Sul (região com melhor resultado em termos de PIB *per capita*).

O ensaio apresenta mais 4 seções, além dessa introdução. A segunda seção apresenta a revisão da literatura empírica que relaciona infraestrutura com crescimento econômico. Em seguida, na seção 3, é abordada a metodologia, apresentando os aspectos teóricos do modelo VAR. Na quarta seção são apresentados os resultados encontrados e na quinta seção as considerações finais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Um dos primeiros estudos a discutir a importância dos gastos públicos com infraestrutura e sua relação com a produtividade e o crescimento econômico é encontrado em Aschauer (1989). O autor enfoca que o fortalecimento das endogeneidades, como as despesas de investimento público, induz ao aumento na taxa de retorno de capital, e assim, possibilita o maior retorno do investimento privado.

Utilizando o método dos mínimos quadrados ordinários (MQO) para mensurar a correlação entre a infraestrutura e o impacto da localização das cidades sobre o desenvolvimento de regiões, Rives e Heaney (1995), identificaram que o nível de desenvolvimento econômico é afetado de forma positiva pela dotação física de infraestrutura e pelas vantagens de localização.

Já Hirschman (1961) defende a ideia de que a infraestrutura pode contribuir para estimular ou inibir a realização do potencial de investimento e crescimento de uma determinada economia. O autor evidencia a importância do investimento público na tarefa de amenizar as desigualdades regionais, devido a sua capacidade de confrontar o crescimento concentrado em certa região específica de um dado país.

Na mesma linha de raciocínio, Rigolon e Piccinini (1997) consideram que o investimento em infraestrutura pode ser uma medida eficiente e eficaz para promover o investimento privado em setores produtivos e, dessa forma, promover a retomada do crescimento econômico sustentado regional. Nesse sentido, a adequada provisão de incentivos para investimentos em infraestrutura pode, além do bem-estar social, também aumentar a participação do capital privado na economia como um todo.

Cândido Jr (2001) indicou que os investimentos públicos em setores que geram externalidades positivas e, que são complementados pelos investimentos privados, tendem a ser mais eficientes. Nesse sentido, aumento de gastos com a infraestrutura geral e aumento dos gastos com pesquisa e desenvolvimento são fundamentais para promover dinamismo econômico regional.

Bogoni, Nelson e Beuren (2011) tentaram identificar se há relação entre as variáveis que compõem os gastos públicos dos governos das maiores cidades da região Sul do Brasil e o crescimento econômico daquelas regiões. Os resultados obtidos indicaram que maiores gastos em infraestrutura, educação, saúde e habitação, que fazem parte da política fiscal local, são considerados produtivos e capazes de gerar externalidades positivas, e portanto, maior crescimento econômico local. Dessa forma, a hipótese corroborada é a de que tais gastos afetam positivamente a produtividade do setor privado da economia local.

A análise do impacto sobre o crescimento econômico e sobre a desigualdade do conjunto de investimentos em infraestrutura, previstos para o período de 2008-2011 em Minas Gerais, decorrentes do PAC, realizada por Domingues, Magalhães e Faria (2009) é enfática em sustentar que aqueles investimentos realizados contribuíram para o destacado crescimento de Minas Gerais, no período analisado, porém, esse crescimento observado aumentou a desigualdade regional no Estado de Minas Gerais.

Na mesma direção, Oliveira (2004), também destaca a presença de externalidades positivas decorrentes da expansão do capital humano e da intensificação do processo de urbanização das cidades nordestinas como uma das principais causas do crescimento econômico observado na região nordeste do Brasil no período 1991 a 2000. No entanto, a maior distância entre os mercados consumidores locais exerceu um efeito negativo sobre o crescimento econômico das cidades no período analisado. Por fim, os componentes que mais influenciaram positivamente o crescimento econômico dos Estados brasileiros em geral no período 1986 – 2003 foram os gastos em capital, gastos em educação, gastos em infraestrutura de transportes e de comunicação (ROCHA;

GIUBERTI, 2007).

Já o trabalho de Ferreira e Malliagos (1998) analisou o impacto de longo prazo do investimento em infraestrutura em geral sobre o PIB e a produtividade dos fatores de produção no período de 1950 – 1995 para o Brasil. Constatara, por meio da análise de co-integração, que há uma forte relação de longo prazo entre o comportamento do PIB e o comportamento do setor de infraestrutura no período estudado. Assim, segundo os autores, um aumento de 10% no investimento em infraestrutura proporcionaria um incremento de 3,9% no PIB da região. Um segundo aspecto detectado foi o de que a queda observada na produtividade dos fatores a partir da década de 1980, provavelmente, foi consequência da redução dos investimentos em infraestrutura observada no mesmo período. Ferreira e Malliagos (1998) também segmentaram, por setores, os investimentos realizados em infraestrutura, e concluíram que o setor de transportes foi o que mais influenciou o crescimento do PIB no longo prazo, seguido pelos setores elétrico e de telecomunicações.

Bertussi e Ellery Jr (2012) investigaram o impacto dos gastos públicos em transporte sobre o crescimento econômico dos estados brasileiros no período de 1986 a 2007, por meio de dados em painel. De acordo com os resultados encontrados no trabalho, o investimento no setor de transporte proporcionou efeito positivo e estatisticamente significativo sobre o desempenho econômico de longo prazo, o que contribuiu para a redução da desigualdade de renda entre os estados. Além do mais, os gastos públicos em infraestrutura de transporte são mais produtivos no Norte, Nordeste e Centro-Oeste, por serem regiões menos desenvolvidas.

Com uma abordagem mais próxima à desenvolvida neste ensaio, Neto, Conceição e Romminger (2015) buscaram investigar o impacto da infraestrutura de transportes para o crescimento do produto interno bruto (PIB) do Brasil, no período de 1995 à 2012, utilizando o modelo de vetores autoregressivos (VAR). Os resultados mostraram que o impacto dos investimentos públicos em transporte é crescente ao longo do tempo, sendo que no primeiro ano verificou-se que para cada 1% de aumento dessa infraestrutura, tem-se um aumento de 0,012% no PIB do país, chegando à 0,032% no longo prazo.

Muitos estudos, incentivados pelo trabalho seminal de Baumol (1986), buscaram examinar a hipótese de convergência de renda em níveis internacionais como os trabalhos de Barro (1991), Barro e Sala-I-Martin (1992) e Sala-I-Martin (1996), entre outros.

Abordando a relação entre as etapas do desenvolvimento e a tendência a divergência ou convergência das rendas absoluta ou *per capita* de diferentes regiões é possível encontrar trabalhos na literatura recente. Texeira *et al.* (2013) buscaram identificar se os instrumentos de políticas públicas estaduais juntamente com as características sócio demográficas influenciam o crescimento da renda *per capita*, bem como a convergência de renda no Brasil. Para tanto, os autores utilizaram, dentre outros métodos de estimação, o método de momentos generalizados (GMM) e concluíram, de forma geral, que principalmente o capital humano e os gastos em infraestrutura social têm contribuído para o crescimento econômico e convergência de renda *per capita* entre os estados brasileiros no período de 1986 a 2006.

Com o intuito de analisar o processo de convergência de renda *per capita* entre os estados brasileiros, entre 2001 a 2014, Almeida e Moreira (2019) utilizaram regressões com dados em painel dinâmico para variáveis explicativas como capital humano, despesas correntes do governo, despesas do governo em capital, fundo de participação estadual, entre outras. Os resultados apontaram para a existência de beta-convergência absoluta e condicional do PIB *per capita* no período do estudo.

3 ESTRATÉGIA EMPÍRICA

Para analisar o impacto dos gastos públicos na área de infraestrutura sobre o crescimento econômico (PIB) das Regiões Sul e Nordeste será utilizado o modelo de Vetores Auto-Regressivos (VAR). Os dados do PIB real de cada região a preços constantes, no ano de 2015, foram extraídos do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA (IPEADATA, 2022) e os da população residente de cada região foram obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017), ambos compreendendo o período de 1994 a 2015. Com esses dados se calculou o PIB *per capita* dessas regiões.

As informações sobre os gastos públicos em infraestrutura, dos Estados das Regiões Sul e Nordeste, foram extraídas da Execução Orçamentária dos Estados que são disponibilizados pelo Tesouro Nacional, declaradas no balanço anual de cada estado no formato de Declaração das Contas Anuais (DCA) ou no Quadro

de Detalhamento das Contas Contábeis (QDCC). Assim, foi possível obter os dados dos gastos públicos nos setores de comunicação, energia e transporte de cada Estado das regiões Sul e Nordeste, no período de 1994 a 2015.

Todas as séries foram transformadas em base logarítmica e, assim, as relações entre as variáveis representadas nos valores dos coeficientes estimados estarão passíveis de interpretação direta como elasticidades.

3.1 Modelo VAR

Os modelos de autoregressão vetorial (VAR), metodologia popularizada por Sims (1980), fornecem informações como causalidades de Granger entre as variáveis, decomposição da variância dos resíduos e a função impulso-resposta, sendo, portanto, um método que auxilia o entendimento das inter-relações entre as variáveis econômicas.

Essa metodologia permite encontrar as elasticidades (variância) dos impactos para n períodos à frente, sendo possível: 1) avaliar como as variáveis se comportam em resposta às inovações individuais em quaisquer dos componentes do sistema; 2) decompor a variância dos erros de previsão para n períodos à frente, o que permite analisar a importância relativa de cada “surpresa” (ou inovações) passada na explicação dos desvios dos valores observados das variáveis em relação à sua previsão no início do período.

Para Sims (1980), tratar cada variável simetricamente é a primeira etapa para os estudos de modelos multivariados. Utilizando um exemplo com duas variáveis, em que a sequência $\{Y_t\}$ é afetada pelo seu passado e pela sequência $\{Z_t\}$ e vice-versa, pode-se escrever as equações primitivas da forma a seguir:

$$Y_t = b_{10} - b_{12} Z_t + \gamma_{11} Y_{t-1} + \gamma_{12} Z_{t-1} + \epsilon_{y,t}$$

$$Z_t = b_{20} - b_{21} Y_t + \gamma_{21} Y_{t-1} + \gamma_{22} Z_{t-1} + \epsilon_{z,t}$$

Essa equação não poderá ser estimada diretamente devido a pressupostos estatísticos, ou seja, a forma primitiva não pode ser estimada devido à violação de pressupostos, que torna os parâmetros não confiáveis. Dessa forma, estima-se a forma reduzida com a restrição de se recuperar a forma primitiva.

Para que o sistema primitivo seja identificável existe uma alternativa que é a imposição de restrições sobre os coeficientes, por exemplo, considerar b_{21} igual a zero. Fazendo isso se tem:

$$Y_t = b_{10} - b_{12} Z_t + \gamma_{11} Y_{t-1} + \gamma_{12} Z_{t-1} + \epsilon_{y,t}$$

$$Z_t = b_{20} - 0 + \gamma_{21} Y_{t-1} + \gamma_{22} Z_{t-1} + \epsilon_{z,t}$$

essa restrição implica que y_t não tem um efeito contemporâneo sobre z_t , e assim, ambos os choques ϵ_{yt} e ϵ_{zt} afetam o valor de z_t .

O sistema primitivo pode ser estimável pelos mínimos quadrados sem incorrer em violação de pressupostos apresentando uma forma reduzida. Efetuando algumas operações algébricas chega-se a um vetor autoregressivo chamado de forma padrão da estrutura de sistemas VAR matricial:

$$Bx_t = \Gamma_0 + \Gamma_1 x_{t-1} + \epsilon_t$$

Multiplicando todo o sistema por uma matriz inversa de B, tem-se:

$$B^{-1}Bx_t = B^{-1}\Gamma_0 + B^{-1}\Gamma_1 x_{t-1} + B^{-1}\epsilon_t$$

Os termos de erros são compostos pelas inovações (ϵ_{yt} e ϵ_{zt}), ou seja, considerando uma autoregressão de um período, tem-se:

$$x_t = A_0 + A_1x_{t-1} + e_t$$

A expressão acima pode representar as variáveis y_t e x_t em termos de valores presentes, passado e do termo de erros.

Quando um choque sofrido em uma série estabelece um efeito permanente na série, ou seja, as flutuações não seriam transitórias, significa que essa série apresenta raiz unitária. Para verificar a existência de raiz unitária em uma série são utilizados alguns procedimentos que vão desde o teste visual, pelos correlogramas, até testes mais rigorosos como o de Dickey-Fuller (ADF), conforme apresentado em Dickey e Fuller (1981) e o teste de Phillips-Perron (PP). Segundo Bueno (2018), o teste de Phillips-Perron faz uma correção não paramétrica ao teste de Dickey e Fuller, o que garante a consistência deste mesmo havendo variáveis dependentes e correlação serial de erros.

Após identificar o sistema de equações e fazer o teste da raiz unitária, são apresentadas os testes de causalidade de Granger, as decomposições das variâncias dos resíduos, e as funções impulso-resposta, que são instrumentos essenciais para que se possam analisar as inter-relações dinâmicas entre as variáveis na metodologia VAR.

A principal questão da metodologia é saber quantas variáveis serão incluídas no sistema e qual o número de defasagem a ser usadas no modelo de vetores autoregressivos. Para se determinar o conjunto de variáveis que serão incluídas no sistema é importante que se determine o número de períodos defasados em sua memória autoregressiva.

O teste de defasagens tem sua estatística baseada no teste de máxima verossimilhança e é feito utilizando a distribuição χ^2 dos resíduos. Esta estatística tem distribuição assintótica com grau de liberdade igual ao número de restrições no sistema.

4 RESULTADOS

O primeiro passo utilizado para estimar o modelo empírico foi testar se as séries do PIB *per capita* (LPIB) e dos gastos com infraestrutura de transportes (LTRANSP), energia (LENERG) e comunicação (LCOM), já em seus respectivos formatos logarítmicos, são estacionárias. Para tanto, foram realizados os testes formais de raiz unitária dessas séries estudadas para as regiões Nordeste e Sul. Ou seja, foram estimados os testes Dickey-Fuller Aumentado (ADF) e Phillips Perron (PP) para as séries com intercepto; com intercepto e tendência; e, sem intercepto e sem tendência, como apresentado nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Foi detectada a presença de raiz unitária em todas as séries de gastos com infraestrutura e do PIB *per capita* tanto no teste ADF quanto no teste PP a 5% de significância. No entanto, quando submetidas ao teste em primeira diferença, ou seja, todas as séries integradas de ordem um - I(1), com exceção da série de gastos com infraestrutura de comunicação na região Sul, tornou-se estacionárias, rejeitando a hipótese nula da presença de raiz unitária a 5% de significância. Mesmo em segunda diferença a série de infraestrutura de comunicação da região Sul não se tornou estacionária e, portanto, optou-se por não utilizá-la na estimação.

Tabela 1 – Teste de Raiz Unitária ADF, em nível e em 1ª diferença das variáveis estudadas

TESTE ADF							
Região	Variáveis	T_C	V. Crít. (5%)	T_{CT}	V. Crít. (5%)	T	V. Crít. (5%)
Nordeste	LPIB	-4,805433* (0,0009)	-2,998064	-27,47011* (0,0000)	-3,632896	0,288164 (0,7620)	-1,953858
	LTRANS	-0,875886 (0,7814)	-2,967767	-2,217314 (0,4630)	-3,574244	0,703249 (0,8617)	-1,952910
	LENERG	-1,317012 (0,6079)	-2,967767	-2,009384 (0,5720)	-3,574244	0,256211 (0,7535)	-1,952910
	LCOM	-0,827130 (0,7962)	-2,967767	-2,134000 (0,5064)	-3,574244	0,744889 (0,8698)	-1,952910
	$\Delta(LPIB)$	-21,59983 (0,0000)	3,012363	-15,54880 (0,0000)	-3,644963	-3,621625 (0,0009)	-1,957204
	$\Delta(LTRANS)$	-5,065737* (0,0003)	-2,971853	-4,959842* (0,0023)	-3,580623	-4,99854* (0,0000)	-1,953381
	$\Delta(LENERG)$	-5,951591* (0,0000)	-2,971853	-5,838410* (0,0003)	-3,580623	-5,998065* (0,0000)	-1,953381
	$\Delta(LCOM)$	-4,809134* (0,0006)	-2,971853	-4,710499* (0,0041)	-3,580623	-4,727406* (0,0000)	-1,953381
Sul	LPIB	-0,493066 (0,8742)	-3,012363	-29,8889* (0,0000)	-3,658446	1,091323 (0,9224)	-1,958088
	LTRANS	-1,523430 (0,5025)	-3,012363	-1,764857 (0,6851)	-3,644963	0,0668676 (0,8525)	-1,958088
	LENERG	-2,499250 (0,1297)	-3,012363	-3,237014 (0,1043)	-3,644963	0,189462 (0,7301)	-1,960171
	LCOM	-1,670540 (0,3966)	-3,519595	-1,243098 (0,7987)	-4,773194	0,491269 (0,7932)	-2,006292
	$\Delta(LPIB)$	-16,69949* (0,0000)	-3,029970	-13,28704* (0,0000)	-3,673616	-0,889259 (0,3172)	-1,961409
	$\Delta(LTRANS)$	-4,798918* (0,0012)	-3,020686	-4,297015* (0,0190)	-3,733200	-4,707395* (0,0001)	-1,959071
	$\Delta(LENERG)$	-4,944922* (0,0010)	-3,029970	-2,756341 (0,2294)	-3,710482	-5,044966* (0,0000)	-1,960171
	$\Delta(LCOM)$	-1,034589 (0,6618)	-3,519595	-1,786796 (0,6187)	-5,338346	-1,245876 (0,1740)	-2,021193

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

Nota1: As estatísticas T_C , T_{CT} e T são referentes aos testes com constante, com constante e tendência, e, sem constante e sem tendência. O p-valor correspondente encontra-se nos parênteses.

Nota2: (Δ) indica a primeira diferença das variáveis e o (*) a rejeição da hipótese nula (de que a série possui raiz unitária) ao nível de 5% de significância.

Tabela 2 – Teste de Raiz Unitária PP, em nível e em 1ª diferença das variáveis estudadas

TESTE PP							
Região	Variáveis	T_C	V. Crít. (5%)	T_{CT}	V. Crít. (5%)	T	V. Crít. (5%)
Nordeste	LPIB	-4,547821* (0,0011)	-2,967767	-2,47095 (0,3544)	-3,574244	0,896977 (0,8964)	-1,952910
	LTRANS	-0,896790 (0,7748)	-2,967767	-2,297732 (0,4219)	-3,574244	0,703249 (0,8617)	-1,952910
	LENERG	-1,288237 (0,6212)	-2,967767	-2,076501 (0,5367)	-3,574244	0,314241 (0,7697)	-1,952910
	LCOM	-0,827130 (0,7962)	-2,967767	-2,134000 (0,5064)	-3,574244	0,707933 (0,8626)	-1,952910
	$\Delta(LPIB)$	-1,621039 (0,4590)	-2,971853	-2,610148 (0,2788)	-3,580623	-1,37960 (0,1633)	1,953381
	$\Delta(LTRANS)$	-5,064941* (0,0003)	-2,971853	-4,958687* (0,0023)	-3,580623	-4,998463* (0,0000)	-1,953381
	$\Delta(LENERG)$	-5,948987* (0,0000)	-2,971853	-5,836521* (0,0003)	-3,580623	-5,994505* (0,0000)	-1,953381
	$\Delta(LCOM)$	-4,796816* (0,0006)	-2,971853	-4,694757* (0,0042)	-3,580623	-4,727406* (0,0000)	-1,953381
Sul	LPIB	-0,141511 (0,9322)	-3,012363	-3,069502 (0,1385)	-3,644963	1,622897 (0,9700)	-1,958088
	LTRANS	-1,499590 (0,5142)	-3,012363	-1,780995 (0,6774)	-3,644963	0,733559 (0,8654)	-1,958088
	LENERG	-2,446062 (0,1421)	-3,012363	-3,243940 (0,1031)	-3,644963	-0,183963 (0,6079)	-1,958088
	LCOM	-1,230010 (0,5954)	-3,403313	-0,854070 (0,8892)	-4,450425	0,491269 (0,7932)	-2,006292
	$\Delta(LPIB)$	-6,366197* (0,0000)	-3,020686	-7,188712* (0,0001)	-3,658446	-6,103033* (0,0000)	-1,959071
	$\Delta(LTRANS)$	-4,800312* (0,0012)	-3,020686	-4,792744* (0,0056)	-3,658446	-4,707395* (0,0001)	-1,959071
	$\Delta(LENERG)$	-8,073815* (0,0000)	-3,020686	-8,828435* (0,0000)	-3,658446	-8,090864* (0,0000)	-1,959071
	$\Delta(LCOM)$	-1,0334580 (0,6618)	-3,519595	-1,018029 (0,8475)	-4,773194	-1,245876 (0,1740)	-2,021193

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

Nota1: As estatísticas T_C , T_{CT} e T são referentes aos testes com constante, com constante e tendência, e, sem constante e sem tendência. O p-valor correspondente encontra-se nos parênteses.

Nota2: (Δ) indica a primeira diferença das variáveis e o (*) a rejeição da hipótese nula (de que a série possui raiz unitária) ao nível de 5% de significância.

Buscou-se por meio dos critérios de informação selecionar a ordem de defasagem ótima a ser incluída no modelo VAR, definida conforme destacada na Tabela 3. Para os dados da região Nordeste, todos os critérios apontam para a utilização de 1 defasagem, no entanto, para os dados da região Sul dois critérios indicaram o uso de 1 defasagem e dois critérios sugeriram o uso de 4 defasagens. Dessa forma, pelo critério da parcimônia optou-se pela utilização de 1 defasagem.

Tabela 3 – Critérios de seleção do número de defasagem ótima para o modelo VAR

Região	Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SBC	HQ
Nordeste	0	-136,9868	NA	0,930164	11,27894	11,47396	11,33303
	1	-93,62086	69,38549*	0,106461*	9,089669*	10,06477*	9,360120*
	2	-85,31812	10,62750	0,220696	9,705450	11,46063	10,19226
	3	-73,75062	11,10481	0,431391	10,06005	12,59531	10,76322
	4	-46,77231	17,26612	0,376510	9,181785	12,49713	10,10132
Sul	0	-138,5993	NA	16,68380	11,32794	11,47421*	11,36851
	1	-125,9286	21,28670	12,54068*	11,03429	11,61935	11,19656*
	2	-119,6688	9,014110	16,21548	11,25350	12,27736	11,53748
	3	-117,6614	2,408847	31,22370	11,81292	13,27557	12,21859
	4	-98,73635	18,16809*	17,17260	11,01891*	12,92035	11,54629

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

Nota: * indica o número de defasagem ótima.

Atestando a decisão adotada a partir da Tabela 3, pode-se constatar com o critério dos Multiplicadores de Lagrange (Teste LM) que o modelo com uma defasagem para ambas as regiões é adequado, uma vez que, a hipótese de resíduos autocorrelacionados foi rejeitada (Tabela 4).

Tabela 4 – Teste de autocorrelações dos resíduos

Regiões	Teste	Defasagens	Estatística	Significância
Nordeste	LM	1	13,11063	0,6647
Sul		1	12,68192	0,1775

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

O método de Johansen foi adotado para testar as relações de longo prazo entre as variáveis, assim, por meio dos testes de cointegração de Joansen, conforme exposto na Tabela 5, foi rejeitada a hipótese nula (de que não existe relação de cointegração), com 5% de significância pela estatística do traço. Ou seja, de acordo com essa estatística, tem-se que o valor calculado foi superior ao valor crítico e, dessa forma, que a hipótese nula ($r=0$) foi rejeitada a 5% de significância.

Nesse sentido, pode-se constatar com os resultados apresentados, que existe um vetor de cointegração, tanto nos dados estimados para a região Nordeste quanto para a região Sul, implicando em uma relação de logo prazo entre as variáveis em questão. Portanto, o Modelo Vetorial de Correção de Erro (VEC) deve ser incorporado ao modelo VAR.

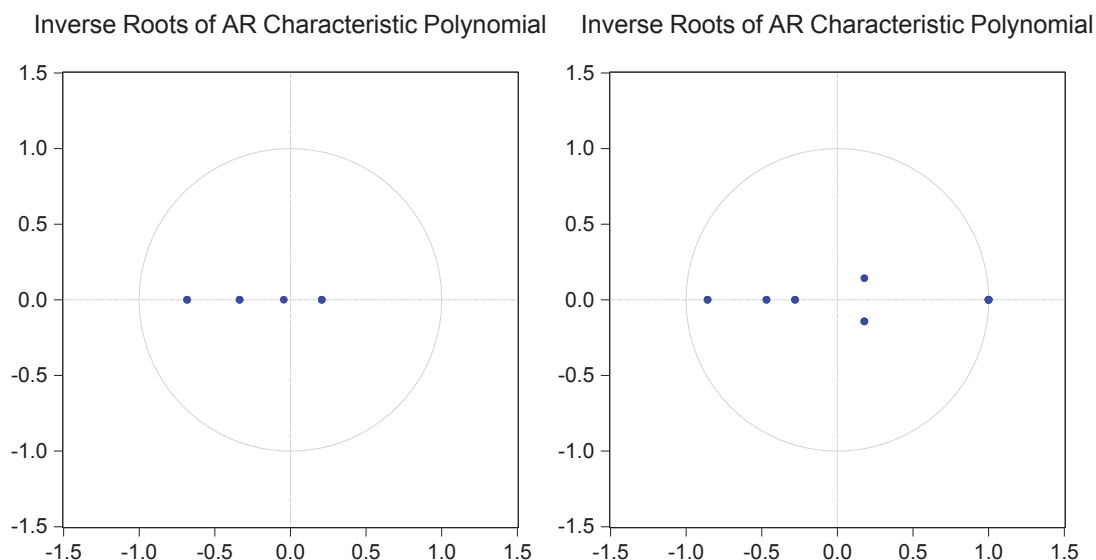
Tabela 5 – Teste de cointegração de Johansen: estatística do traço

Região	H ₀	H ₁	Autovalor	Estatística de teste	Valor crítico (5%)	Valor-p
Nordeste	$r = 0$	$r > 0$	0,990274	133,2077	47,85613	0,0000
	$r \leq 1$	$r > 1$	0,720099	45,18085	29,79707	0,0004
	$r \geq 2$	$r > 2$	0,455502	20,98779	15,49471	0,0067
Sul	$r = 0$	$r > 0$	0,955810	91,70213	29,79707	0,0000
	$r \leq 1$	$r > 1$	0,712812	32,43639	15,49471	0,0001
	$r \geq 2$	$r > 2$	0,368438	8,731623	3,841466	0,0031

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

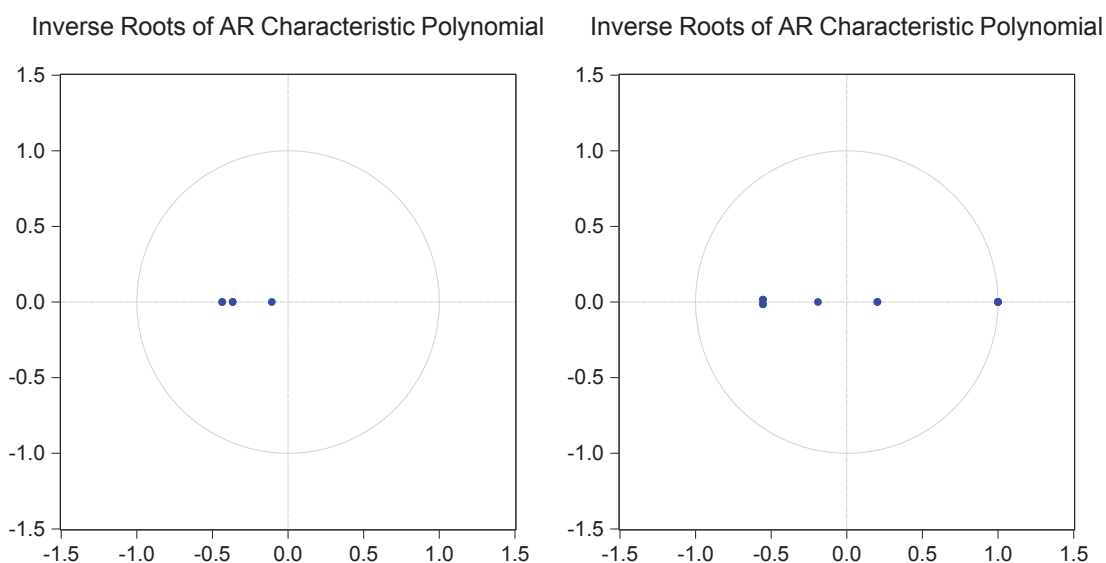
Para assegurar a estabilidade do modelo VAR/VEC, todas as raízes características do polinômio devem estar dentro do círculo unitário, ou seja, devem apresentar raízes menores, em módulo, que a unidade. Dessa maneira, como é possível verificar nas **Figuras 3 e 4**, apresentados para as regiões Nordeste e Sul, respectivamente, é possível atestar que não existirá a possibilidade de ocorrência de trajetórias explosivas, uma vez que, o VAR e o VEC satisfazem essa condição.

Figura 3 – Teste de estabilidade dos modelos VAR e VEC - Nordeste



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

Figura 4 – Teste de estabilidade do modelo VEC – Sul



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

As estimativas dos coeficientes do modelo VEC estão expostos na Tabela 6, e segundo Enders (2004), devido à normalização no vetor de cointegração, elas devem ser analisadas com o sinal inverso. Assim, o modelo foi estimado para a região Nordeste e Sul, respectivamente, de forma a considerar a variável PIB *per capita* como endógena e as variáveis de gastos com infraestrutura como exógenas. Na região Nordeste, as estimativas de longo prazo para os gastos com infraestrutura evidenciam que, a cada 1% de variação no gasto com transporte, pode-se esperar uma variação de aproximadamente 0,07% no PIB *per capita*. Já em relação à variação do gasto com energia, espera-se uma variação de 0,01% do PIB *per capita* para cada variação de 1% neste investimento em infraestrutura. Ou seja, com as estimativas apresentadas, é esperado que o aumento com os gastos em infraestrutura de transporte e energia podem aumentar o PIB *per capita* da região Nordeste, embora menos que proporcional ao aumento dos gastos.

Para a região Sul, as estatísticas apontaram um menor impacto dos gastos com infraestrutura de transporte e energia sobre o PIB *per capita*, sendo o aumento em 1% dos gastos em energia responsável pelo

aumento de apenas 0,007% no PIB *per capita* e a variação do gasto em transporte responsável pela variação de, aproximadamente, 0,005%. Destacando que este último sinalizou efeito contrário ao esperado, ou seja, o sinal positivo do coeficiente evidencia que o aumento no gasto com transporte provoca uma redução no PIB *per capita*, o que não vai de encontro com a literatura apresentada. No entanto, a estatística não apresentou-se significativa.

Tabela 6 – Estimativa do modelo vetorial de correção de erro (VEC)

		Vetor de integração			
	Variáveis	$\Delta(LPIB)$	$\Delta(LTRANSP)$	$\Delta(LENERG)$	$\Delta(LCOM)$
Nordeste	Coefficientes	1,000000	-0,072528	-0,014941	0,068762
	Desvio Padrão		(0,01443)	(0,01517)	(0,01517)
	[<i>t-Student</i>]		[-5,02771]	[-0,98516]	[5,19840]
	Variáveis	$\Delta(LPIB)$	$\Delta(LTRANSP)$	$\Delta(LENERG)$	$\Delta(LCOM)$
Sul	Coefficientes	1,000000	0,004723	-0,007026	-
	Desvio Padrão		(0,00906)	(0,00582)	-
	[<i>t-Student</i>]		[0,52154]	[-1,20787]	-

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

Para avaliar a variação que ocorre no PIB *per capita* quando as outras variáveis também variam, foi feita a decomposição da variância do erro de previsão como pode ser observada na Tabela 7.

Na região Nordeste, de acordo com os dados da Tabela 7, a variância do erro de previsão com a variável PIB *per capita* endógena foi, no primeiro momento, fortemente explicada por ela própria (92%), sendo apenas 7% atribuídos a choques diluídos entre as variâncias dos gastos em transporte, energia e comunicação. No entanto, ao longo do período, a variância do erro da previsão do PIB *per capita* da região Nordeste, passou a ser fortemente explicada pelos gastos com infraestrutura em questão. Ou seja, após um ano (12 meses à frente), o PIB *per capita* apresenta poder de explicar apenas 68% da variância do erro de previsão, enquanto os gastos em infraestrutura de transporte explicam 11%, de energia 1,4% e de comunicação 18%.

Analisando os resultados da variância do erro de previsão com a mesma variável endógena para a região Sul, inicialmente, a variância foi quase que totalmente explicada pelos seus próprios valores (98%). Mas, ao longo dos meses, a sua importância relativa decresce, e a importância dos gastos com energia e transporte se elevam, sendo que em 12 meses à frente, os gastos com energia passa a explicar 75% da variância do erro de previsão do PIB *per capita*.

Tabela 7 – Decomposição da variância – PIB *per capita*

Região	Período	Erro-padrão	$\Delta(LPIB)$	$\Delta(LTRANSP)$	$\Delta(LENERG)$	$\Delta(LCOM)$
Nordeste	1	0,031816	100,0000	0,000000	0,000000	0,000000
	2	0,037809	92,54708	0,009810	1,304849	6,138262
	3	0,062627	72,30440	14,55991	1,430984	11,70471
	4	0,077165	71,72985	11,85567	1,272293	15,14219
	5	0,091328	69,94535	12,43579	1,430169	16,18869
	6	0,102883	69,65743	11,90693	1,377199	17,05844
	7	0,113479	69,18329	11,86644	1,440409	17,50786
	8	0,123106	68,99064	11,73007	1,411802	17,86750
	9	0,132023	68,77942	11,66147	1,444227	18,11487
	10	0,140406	68,65672	11,60428	1,427978	18,31203
	11	0,148279	68,53398	11,55346	1,446542	18,46602
	12	0,155789	68,45111	11,52032	1,436976	18,59159
Sul	1	0,036990	100,0000	0,000000	0,000000	-
	2	0,037236	98,71170	0,001907	1,286394	-
	3	0,046911	62,25569	1,231852	36,51246	-
	4	0,049426	56,07997	1,257892	42,66213	-
	5	0,054831	45,56979	1,594031	52,83618	-
	6	0,058115	40,56514	1,647397	57,78746	-
	7	0,062057	35,57546	1,784221	62,64032	-
	8	0,065320	32,11049	1,837344	66,05216	-
	9	0,068658	29,06473	1,910198	69,02507	-
	10	0,071719	26,63709	1,953965	71,40894	-
	11	0,074718	24,54163	2,000051	73,45832	-
	12	0,077568	22,77178	2,034338	75,19388	-

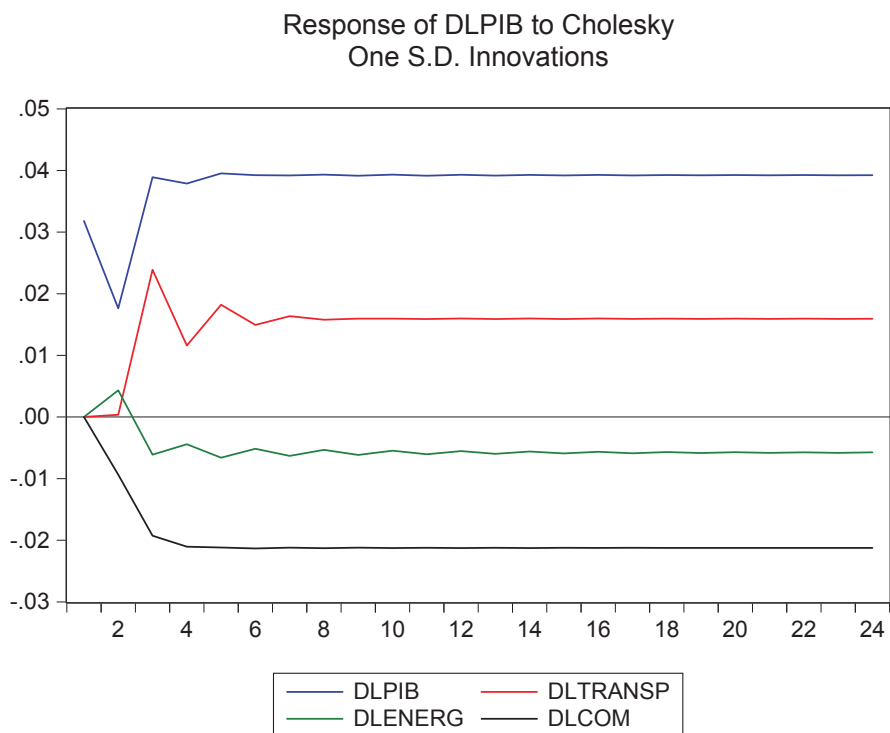
Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

A função impulso resposta pode sinalizar o efeito do choque exógeno de uma perturbação inesperada tanto sobre os valores presentes quanto passados das variáveis endógenas. Dessa forma, por meio das **Figuras 5 e 6**, é possível observar o efeito de um choque inesperado nos gastos em infraestrutura estudados para cada Região sobre o PIB *per capita* destas.

Na **Figura 5**, percebe-se que um choque inesperado nos gastos com transporte, e comunicação exercem efeito maior sobre o PIB *per capita* do que o gasto com energia, conforme visto na decomposição da variância dos erros de previsão já analisada na Tabela 7. Destacando que nesse caso, os gastos em transporte apresentaram efeito positivo sobre o PIB *per capita* do Nordeste.

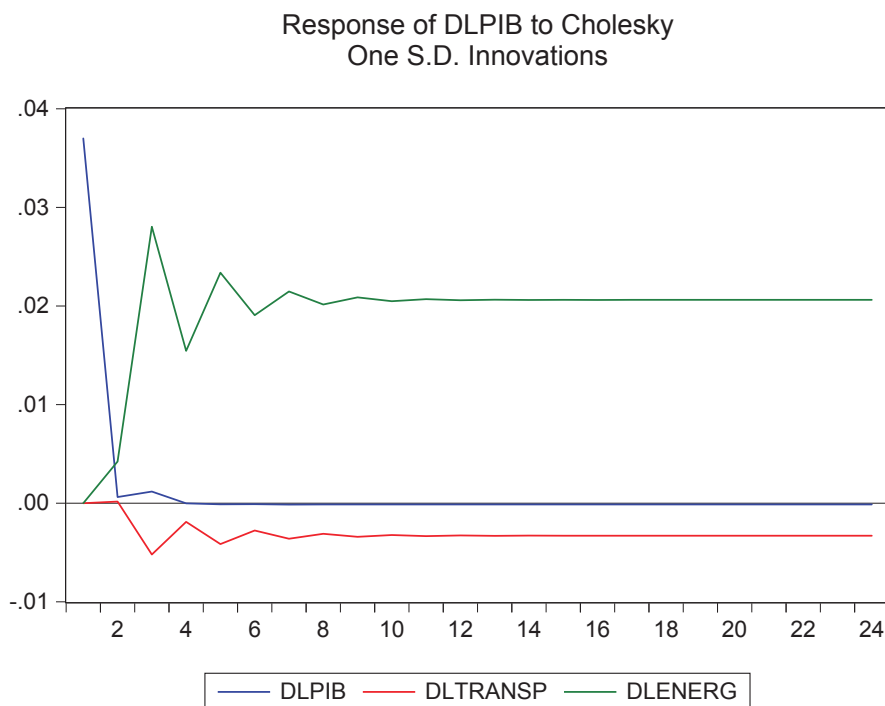
No entanto, como pode ser observado na **Figura 6**, para a região Sul, a variável gasto com energia exerce efeito significativo sobre o PIB *per capita* enquanto o efeito do gasto com transporte é pouco significativo.

Figura 5 – Resposta da variável endógena aos choques nos gastos públicos em infraestrutura de transporte, energia e comunicação da região Nordeste



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

Figura 6 – Resposta da variável endógena aos choques nos gastos públicos em infraestrutura de transporte e energia da região Sul



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados da pesquisa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a revisão de uma variedade de trabalhos empíricos apresentada, juntamente com o embasamento teórico respaldado na Nova Geografia Econômica, pode-se reconhecer que existem fortes indícios de que uma economia com melhor provisão de infraestrutura consegue elevar sua produtividade total dos fatores e, conseqüentemente, afetar o seu crescimento.

No âmbito da infraestrutura de transportes, quando se têm estradas bem pavimentadas, essa relação fica mais clara ao verificar uma maior durabilidade dos veículos, com a redução da operação e da manutenção de caminhões, implicando, ainda, na redução do tempo de transporte dos insumos e produtos, além do valor do frete. Portanto, não se pode negligenciar a importância dos fatores internos, como o investimento em infraestrutura, para o maior dinamismo e desenvolvimento de um país ou região, uma vez que o mesmo exerce influência fundamental no processo produtivo dessas localidades.

A análise empírica desenvolvida neste trabalho buscou encontrar o grau de relação entre as variáveis estudadas, ou seja, entre o PIB *per capita* e os gastos com infraestrutura de transporte, energia e comunicação (por meio da decomposição da variância e função impulso resposta) nas regiões Nordeste e Sul para o período de 1994 a 2015. Os resultados relativos aos impactos do investimento público em infraestrutura especificamente sobre a riqueza das regiões Sul e Nordeste do Brasil, foram distintos, sendo que para a região Nordeste, o gasto com infraestrutura de transporte apresentou maior impacto sobre o PIB *per capita*, ao passo que, na região Sul o maior impacto do PIB *per capita* foi dado pelo gasto com energia.

Além disso, os gastos com transporte e energia exerceram maior impacto sobre no PIB *per capita* da região Nordeste do que na região Sul. Esse fato pode ter ocorrido porque os gastos públicos em infraestrutura de transporte podem ser mais produtivos no Nordeste, que é uma região relativamente menos desenvolvida do que a região Sul, conforme sugerido no trabalho de Bertussi e Ellery Jr (2012).

Encontrou-se ainda que o investimento em infraestrutura de transporte e energia têm importância significativa para o crescimento econômico do Nordeste. Ou seja, a elasticidade do investimento público em infraestrutura de transporte em relação ao PIB *per capita* é de 0,07 e a elasticidade do investimento público em energia de 0,01. Especificamente para os gastos em infraestrutura de transporte, constata-se que o valor da elasticidade encontrada para a região Nordeste, neste ensaio, em relação ao PIB *per capita* é semelhante ao valor da elasticidade encontrada no trabalho de Neto, Conceição e Romminger (2015) em relação ao PIB do Brasil. Enquanto os autores concluíram que a elasticidade do investimento público em infraestrutura de transporte no Brasil em relação ao PIB é de 0,012, ou seja, cada incremento de 1% no investimento em transporte implica em um aumento de 0,012% no PIB, tem-se neste ensaio que cada aumento de 1% no investimento em transporte tem-se um aumento de 0,07% no PIB *per capita* da região Nordeste .

De maneira geral, o trabalho pode servir para melhor orientar as estratégias políticas relacionadas à redução de desigualdades regionais do país. Nessa lógica, além desta análise realizada para as regiões Sul e Nordeste do Brasil, outros desdobramentos do estudo pode incluir a ampliação da análise para todas as regiões ou mesmo verificar os impactos da infraestrutura entre os estados federativos. No entanto, sugere-se avaliar se a variável quilômetros de rodovias pavimentadas, disponível no Anuário CNT de Transportes, seria uma melhor *proxy* para o estoque de dotação de infraestrutura de transportes das regiões estudadas, além da manutenção destas. Essa sugestão se torna razoável, uma vez que, os projetos voltados para a infraestrutura de transporte nem sempre são concretizados no período previsto e muitas obras são até mesmo abandonadas.

Referências

ABREU PESSÔA, Samuel de. Existe um problema de desigualdade regional no Brasil? **Revista Econômica do Nordeste**, v. 28, n. 4, 1997.

ALMEIDA, Rubiane Daniele Cardoso de; MOREIRA, Tito Belchior da Silva. Convergência de renda entre os estados brasileiros: uma análise em painel dinâmico. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2019.

- ARAÚJO, Maria da Piedade. **Infraestrutura de transporte e desenvolvimento regional: uma abordagem de equilíbrio geral inter-regional**. 2006. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ASCHAUER, David Alan. Is public expenditure productive? **Journal of monetary economics**, Netherlands, v. 23, n. 2, p. 177–200, 1989.
- BANISTER, David; BERECHMAN, Yossi. Transport investment and the promotion of economic growth. **Journal of transport geography**, Elsevier, v. 9, n. 3, p. 209–218, 2001.
- BARRO, Robert; SALA-I-MARTIN, Xavier. Convergence. **Journal of political Economy**, The University of Chicago Press, v. 100, n. 2, p. 223–251, 1992.
- BARRO, Robert J. Economic growth in a cross section of countries. **The quarterly journal of economics**, MIT Press, v. 106, n. 2, p. 407–443, 1991.
- BAUMOL, William J. Productivity growth, convergence, and welfare: what the long-run data show. **The american economic review**, JSTOR, p. 1072–1085, 1986.
- BERTUSSI, Geovana Lorena; ELLERY JR, Roberto. Infraestrutura de transporte e crescimento econômico no Brasil. **Journal of Transport Literature**, SciELO Brasil, v. 6, p. 101–132, 2012.
- BOGONI, Nadia Mar; NELSON, Hein; BEUREN, Ilse Maria. Análise da relação entre crescimento econômico e gastos públicos nas maiores cidades da região Sul do Brasil. **Revista de administração pública**, SciELO Brasil, v. 45, p. 159–179, 2011.
- BRASIL. MININFRA – MINISTÉRIO DE INFRAESTRUTURA. **Mapa - Evolução rodovia e ferrovia do Brasil**. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/centrais-de-conteudo/map-rodo-evolucao-pdf>. Acesso em: 11 jul. 2020.
- BUENO, Rodrigo de Losso da Silveira. **Econometria de séries temporais**, 2018.
- CAMPOS, Rodrigo Calabrich; HADDAD, Eduardo Amaral. Avaliação dos impactos espaciais do sistema viário Oeste–Bahia: uma abordagem a partir da modelagem de equilíbrio geral computável. **Revista Brasileira de Economia de Empresas**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 25–47, 2016.
- CÂNDIDO JR. Os gastos públicos no Brasil são produtivos? IPEA. **Texto para discussão**, n. 781, 2001.
- CASTILHO, Denis; ARRAIS, Tadeu Alencar. A Ferrovia Norte-Sul e a economia regional do centro-norte do Brasil. **Sociedade & Natureza**, SciELO Brasil, v. 29, n. 2, p. 209–228, 2017.
- DICKEY, David A; FULLER, Wayne A. Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. **Econometrica: journal of the Econometric Society**, JSTOR, p. 1057–1072, 1981.
- DOMINGUES, Edson Paulo; MAGALHÃES, Aline Souza; FARIA, Weslem Rodrigues. Infraestrutura, crescimento e desigualdade regional: uma projeção dos impactos dos investimentos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) em Minas Gerais. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Brasília, v. 39, n. 1, p. 121–158, 2009.
- FAGEDA, Xavier; OLIVIERI, Cecilia. Transport infrastructure and regional convergence: A spatial panel data approach. **Papers in regional science**, Wiley Online Library, v. 98, n. 4, p. 1609–1631, 2019.
- FERREIRA, Pedro Cavalcanti; MALLIAGROS, Thomas G. Impactos produtivos da infra-estrutura no Brasil-1950/95. **Pesquisa e planejamento econômico**, Ipea, v. 28, n. 2, p. 315–338, 1998.
- FUJITA, Masahisa; KRUGMAN, Paul. The new economic geography: Past, present and the future. In: **FIFTY years of regional science**. Berlin: Springer, 2004. P. 139–164.
- FUJITA, Masahisa; KRUGMAN, Paul R; VENABLES, Anthony. **The spatial economy: Cities, regions, and international trade**. Cambridge: MIT press, 1999.
- FUJITA, Masahisa; THISSE, Jacques François. **Economics of agglomeration: Cities, industrial location, and regional growth**. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.
- GALVÃO, Olímpio J de Arroxelas. Desenvolvimento dos transportes e integração regional no Brasil—Uma perspectiva histórica. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 13, 1996.
- GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, Instituto Brasileiro de. **Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação**. IBGE Rio de Janeiro, 2017.

- GLAESER, Edward L.; KOHLHASE, Janet E. **Cities, regions and the decline of transport costs**. Springer, 2004.
- HIRSCHMAN, Albert Olist. **Estratégia do desenvolvimento econômico**. Fundo de Cultura, 1961.
- HORTA, Guilherme Tinoco de Lima; GIAMBIAGI, Fabio. **Perspectivas DEPEC 2018: o crescimento da economia brasileira 2018-2023**. Brasília, DF: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2018. P. 61.
- IBGE. Sistema de contas regionais: Brasil 2016. **Contas Nac**, v. 64, 2018.
- IPEADATA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA E APLICADA. **Dados macroeconômicos e regionais**. 2022. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br>. Acesso em: 2022.
- KRUGMAN, Paul. **Geography and trade**. MIT press, 1992.
- MANKIWI, N Gregory; ROMER, David; WEIL, David N. A contribution to the empirics of economic growth. **The quarterly journal of economics**, MIT Press, v. 107, n. 2, p. 407–437, 1992.
- MUNDIAL, Banco. Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial 2009—a geografia econômica em transformação: visão geral. **Washington, DC: Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento**, 2008.
- NETO, Carlos Alvares da Silva Campos; CONCEIÇÃO, Júnia Cristina Peres R da; ROMMINGER, Alfredo Eric. Impacto da Infraestrutura de Transportes sobre o Desenvolvimento e a Produtividade no Brasil. **Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes**. Orgs: **Fernanda De Negri, Luiz Ricardo Cavalcante**. Brasília, **ABDI, IPEA**, 2015.
- OLIVEIRA, Cristiano Aguiar de. Crescimento econômico das cidades nordestinas: um enfoque da nova geografia econômica. **Revista econômica do Nordeste**, v. 35, n. 3, p. 339–355, 2004.
- PEROBELLI, Fernando Salgueiro; HADDAD, Eduardo Amaral. Padrões de comércio interestadual no Brasil, 1985 e 1997. **Revista de Economia Contemporânea**, SciELO Brasil, v. 10, p. 61–88, 2006.
- PIRES, Murilo José de Sousa; CAMPOS, Flávia Rezende. **Contribuições das ferrovias Norte-Sul e Centro-Atlântica na expansão do vetor externo da economia do Centro-Oeste**: Texto para discussão, No.2513. Rio de Janeiro, RJ: IPEA, 2019. P. 42.
- PUGA, Diego. The rise and fall of regional inequalities. **European economic review**, Elsevier, v. 43, n. 2, p. 303–334, 1999.
- RIGOLON, Francisco José Zagari; PICCININI, Mauricio Serrão. **O investimento em infra-estrutura e a retomada do crescimento econômico sustentado**. 1997.
- RIVES, Janet M; HEANEY, Michael T. Infrastructure and local economic development. **Journal of Regional Analysis and Policy**, v. 25, n. 1100-2016-90064, p. 58–73, 1995.
- ROCHA, Fabiana; GIUBERTI, Ana Carolina. Composição do gasto público e crescimento econômico: uma avaliação macroeconômica da qualidade dos gastos dos Estados brasileiros. **Economia Aplicada**, SciELO Brasil, v. 11, p. 463–485, 2007.
- SACHS, Jeffrey D; WARNER, Andrew M. The big push, natural resource booms and growth. **Journal of development economics**, Elsevier, v. 59, n. 1, p. 43–76, 1999.
- SALA-I-MARTIN, Xavier. The classical approach to convergence analysis. **The economic journal**, Oxford University Press Oxford, UK, v. 106, n. 437, p. 1019–1036, 1996.
- SILVA, Guilherme Jonas Costa da; MARTINS, Humberto Eduardo de Paula; NEDER, Henrique Dantas. Investimentos em infraestrutura de transportes e desigualdades regionais no Brasil: uma análise dos impactos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). **Brazilian Journal of Political Economy**, SciELO Brasil, v. 36, p. 840–863, 2016.
- SIMS, Christopher A. Macroeconomics and reality. **Econometrica: journal of the Econometric Society**, JSTOR, p. 1–48, 1980.
- SOLOW, Robert M. A contribution to the theory of economic growth. **The quarterly journal of economics**, United States, v. 70, n. 1, p. 65–94, 1956.

SOUZA, Carla Cristina Aguilár de. **A Nova Geografia Econômicá:** três ensaios para o Brasil. 2007. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

TEXEIRA, Keuler Hissa *et al.* Os instrumentos de políticas públicas estaduais importam na dinâmica do crescimento econômico e concentração industrial? Evidências para o Brasil. In: 17º Workshop da APDR. 2013. P. 68–81.

TOYOSHIMA, Silvia; FERREIRA, Marcos José. Encadeamentos do setor de transportes na economia brasileira. **Planejamento e políticas públicas**, n. 25, 2009.