



**ENEI**

Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação

**FACE-UFMG**

**Inovação, Sustentabilidade e Pandemia**

10 a 14 de maio de 2021

# Investimentos em infraestrutura de transportes e crescimento econômico: uma análise espacial dos estados brasileiros

Matheus Rissa Peroni Ribeiro (FCLAr/UNESP);

Lucas Mikael da Silva dos Santos (FCLAr/UNESP);

Ana Caroline Pereira Borges (FCLAr/UNESP)

---

**Resumo:** O objetivo deste artigo é investigar empiricamente o impacto dos investimentos públicos em infraestrutura de transportes sobre o crescimento econômico brasileiro. As principais hipóteses investigadas são: i) os investimentos em infraestrutura de transportes contribuem para o crescimento econômico dos estados brasileiros; ii) estes investimentos possuem maiores efeitos nas regiões menos desenvolvidas do Brasil. Para tanto, utiliza-se de quatro métodos de dados em painel espacial estático e dinâmico para as 26 unidades federativas, no período de 1998 e 2012. Os resultados econométricos confirmam apenas a segunda hipótese, indicando que os investimentos em infraestrutura de transportes são mais produtivos nas regiões menos desenvolvidas do país (Norte e Nordeste). Ademais, com base nas análises descritivas, pode-se afirmar que o investimento per capita em infraestrutura de transportes e a presença desta rubrica no orçamento dos estados apresentaram reduções no período analisado.

**Palavras-chave:** Infraestrutura de transportes; crescimento econômico; dados em painel; econometria espacial.

**Código JEL:** C33; E62; L91.

**Área Temática:** Redes e sistemas urbanos, regionais e nacionais.

---

## 1. INTRODUÇÃO

O setor de infraestrutura no Brasil enfrenta diversos problemas principalmente no setor de transportes, constituído pelos segmentos rodoviário, ferroviário, portuário, aéreo, hidroviário e mobilidade urbana, que contribuem para conduzir e dinamizar o crescimento econômico do país elevando-se a competitividade e a produtividade dos bens e serviços, melhorando o bem-estar social. O caso brasileiro tem nos mostrado que mesmo com um aumento do investimento privado ainda se faz necessário um planejamento estratégico de longo prazo integrado e orientado as demandas da indústria e sociedade.

O presente estudo buscou, de forma geral, analisar a relação entre os investimentos em infraestrutura de transporte e o crescimento econômico brasileiro, no período de 1998 - 2012. Especificamente, pretendeu-se analisar: (I) a contribuição dos investimentos em infraestrutura de transportes para o crescimento econômico dos estados brasileiros e (II) se estes investimentos possuem maiores efeitos nas regiões menos desenvolvidas do Brasil. Para tanto, utilizou-se de quatro métodos de dados em painel espacial estático e dinâmico para as 26 unidades federativas.

Portanto, além dessa introdução, o trabalho está estruturado em mais quatro seções. Na seção subsequente é realizada um breve diagnóstico da infraestrutura de transportes no Brasil e países em desenvolvimento. Na terceira seção é feita revisão da literatura teórica e empírica, sobretudo os trabalhos que realizaram uma análise sobre o investimento em infraestruturas de transportes e o crescimento econômico com uma abordagem regional. Na quarta seção são apresentadas a base de dados, a análise descritiva, a metodologia, os modelos e os resultados econométricos. Por fim, as conclusões do trabalho.

## 2. BREVE DIAGNÓSTICO DA INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES NO BRASIL

O Brasil apresenta uma situação complexa em relação a sua infraestrutura, com uma combinação de seleção de projetos equivocados, problemas na execução das obras, custos vultuosos na realização dos empreendimentos, além de extensões de prazos, um dos gargalos da infraestrutura brasileira é o baixo investimento. De acordo com o World Bank (2007), pouco mais de 2% do PIB é destinado para a infraestrutura do país, onde necessariamente deveria investir-se ao mínimo 3% ao decorrer de duas décadas para ocorrer a compensação da depreciação do capital fixo per capita.

Bertussi e Ellery Jr. (2011) explicam que o caso brasileiro é singular, devido a sua dimensão territorial que apresenta disparidades entre suas regiões: sul desenvolvido com maiores portos e aeroportos, interligados a rede de rodovias e alguma ligação ferroviária; enquanto o norte apresenta portos e aeroportos esparsos, redes ferroviária e rodoviária deficientes e em péssimas condições, além de grande potencial hidroviário pouco explorado. O relatório do BID (2019) confirma que para o país é um desafio a alavancagem de sua infraestrutura, principalmente na infraestrutura dos transportes.

No período de 2001 a 2014, o investimento em infraestrutura brasileiro foi de apenas 2,18% do PIB brasileiro, e quando filtra-se para investimentos no setor de transportes, a maior participação, em média, é de 0,78% (CNI, 2016). Esse baixo investimento reflete-se em diversos outros indicadores econômicos, como o relatório Competitividade Brasil realizado pela Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2020), que compara 18 economias selecionadas para 2019, no fator infraestrutura de transporte, revelou que o Brasil ocupa a 17ª (à frente apenas do Peru) posição do ranking internacional, levando em consideração todos os modais de transporte.

Outro agravante ocorre na distribuição desproporcional nos diferentes modais dos investimentos no setor de transportes: rodoviário (0,43%); ferroviário (0,13%); mobilidade urbana (0,09%); aeroportuário (0,05%); portuário (0,07%) e hidroviário (0,01%); a maioria dos investimentos no setor é destinado ao modal rodoviário em seguida o ferroviário. Quanto ao financiamento, caracteriza-se por ser uma combinação entre investimento público (BNDES, Caixa Econômica Federal (CEF) e recursos garantidos pelo Tesouro) e investimento privado (programas de concessões, parcerias público - privadas (PPPs) e privatizações). Em 2014, o financiamento público e privado representou 81% e 19%, respectivamente (CNI, 2016).

No modal rodoviário o investimento público é predominante (72,17%) mesmo com a intensificação dos programas de concessões para a iniciativa privada; no ferroviário ocorre o contrário, o investimento privado tem maior participação (70%); quanto a mobilidade urbana o investimento advindo é totalmente público; já no modal portuário a participação dos investimentos é totalmente de empresas privadas; referente ao aeroportuário os investimentos advém majoritariamente das empresas privadas (60%) através dos programas de concessões; e por fim, o hidroviário que representa o mais baixo investimento do setor, com 62,5% de investimentos de empresas privadas (CNI, 2016).

Campos Neto (2014) explica que ao compararmos o Brasil com os países emergentes (Rússia, Índia, China, Coreia, Vietnã, Chile e Colômbia), que investem em média, 3,4% dos seus PIBs em

transportes, percebe-se a grande disparidade e o longo caminho que o país ainda precisa percorrer. Se faz necessário muito mais investimentos em transportes para no mínimo multiplicar por quatro seu atual patamar para conseguir eliminar os efeitos acumulados ao decorrer de 25 anos de sub-investimento, a fim de disponibilizar uma infraestrutura adequada ao tamanho e à importância de sua economia.

A América Latina possui países em distintos níveis quando se analisa a questão de investimentos em infraestrutura. Há um grupo composto por Peru, Chile e Colômbia que absorvem significativamente investimento privado em suas mais diversas formas, apresentando uma tendência elevada ao crescimento do investimento total com aproximadamente 5,8%, 4,5% e 3,4% do PIB, em 2013, respectivamente conforme os dados do Infralatam (2020). O Brasil, por sua vez, encontra-se no eixo mediano com algumas oscilações e avanço no investimento privado principalmente nos últimos anos.

A posteriori, os demais países como México, Argentina entre outros possuem um baixo nível de investimento em infraestrutura, em 2013, aproximadamente 1,9% e 1,8% do PIB, respectivamente, e os investimentos são de origem pública pois esses países não geram tanta atratividade ao setor privado, devido a diversos fatores inerente a AL (INFRALATAM, 2020). Sánchez (2010) elenca alguns fatores responsáveis: problemas institucionais e de regulação, corrupção, falta de integração entre as políticas regionais, infraestrutura física ineficiente, entre outros que impactam negativamente a infraestrutura e consequentemente o crescimento econômico desses países.

### **3. REVISÃO DA LITERATURA TEÓRICA E EMPÍRICA**

#### **3.1 - Literatura Teórica**

O referencial teórico para o presente trabalho está baseado no livro ‘Estratégias de Desenvolvimento Econômico’ de Hirschman (1961), onde realiza uma investigação sistemática sobre as dificuldades para o desenvolvimento econômico. O autor parte de uma crítica acerca dos modelos de crescimento equilibrado (Harrod-Domar, por exemplo) devido a incapacidade destes em contribuir para a dinâmica do desenvolvimento das economias subdesenvolvidas (ou em desenvolvimento), pois nestes países os conceitos de coeficiente fixo de capital e produto e a igualdade entre poupança e investimento não podem ser aplicados.

Nesse contexto, Hirschman identifica o investimento como variável chave para superar os entraves do subdesenvolvimento econômico, pois além de ser responsável pela criação de renda e geração de capacidade produtiva (investimento induzido) o investimento possui a capacidade de transbordar investimento em outros setores ao longo do tempo (investimento adicional). Em outras palavras, o investimento em um setor A gera pressão no aumento da produção de um setor B (pressão de demanda) e no fornecimento de maior capacidade para o investimento em outro setor C (queda dos custos). Desse modo, o processo econômico dos países subdesenvolvidos possui como engrenagem o ‘efeito completo do investimento’, onde cada movimento causado por um desequilíbrio gera novos desequilíbrios.

Posta a característica de ‘Desenvolvimento Não-Equilibrado’ das economias periféricas, Hirschman passa a se preocupar com a melhor estratégia possível a ser conduzida para tornar mais eficientes as decisões de investimento. No lugar da prática que determina quais projetos e setores possui melhor relação custo-benefício (critério de investimento), a melhor estratégia para os países subdesenvolvidos trata-se da escolha de uma trajetória ótima de investimento em infraestrutura e atividades produtivas (sequências efetivas).

Para tanto, o autor divide o investimento em Capital Fixo Social (CFS), geralmente criada e financiada pelo setor público, e Atividades Diretamente Produtivas (ADP), ligada a iniciativa privada. O CFS corresponde as atividades de infraestrutura econômica (transporte, energia, saúde e etc) que permitem o funcionamento das ADP, e a questão situa-se em que “ponto o investimento em CFS lidera ou acompanha o investimento em ADP” (Hirschman, 1961, p. 135). Segundo Hirschman, em regiões desprovidas de CFS, a melhor sequência seria partir de investimentos mínimos em CFS para incentivar o investimento em projetos de ADP e, no caso de regiões mais dinâmicas, um aumento do investimento em ADP gera uma pressão para a expansão de CFS, gerando maiores incentivos para investir em infraestrutura.

Sendo assim, o autor salienta que essa dinâmica pode ser entendida partindo da constatação de que o desenvolvimento não ocorre de forma equilibrada em todas as regiões, mas concentra-se em determinados polos. Assim sendo, o crescimento desigual estabelece a existência de regiões progressistas e regiões atrasadas, as primeiras (polos) podem realizar dois efeitos: i) efeito de fluência, ocorre quando a região dinâmica investe e demanda bens e serviços das regiões atrasadas do entorno, fomentando a atividade das economias adjacentes; ii) efeito de polarização, decorre da concentração de atividades industriais no polo e a migração de capital e trabalho para a região dinâmica.

Caso o efeito de polarização se sobreponha ao efeito de fluência, Hirschman afirma a necessidade

de políticas intervencionistas para corrigir a situação. Nesse momento o papel do Estado terá influência decisiva na dinâmica de todo o processo, pois a alocação de investimento público nas regiões estagnadas torna-se importante para promover o desenvolvimento econômico nas diversas regiões de um país. Portanto, o investimento em infraestrutura tem um papel fundamental no processo de crescimento econômico, pois são capazes de gerar efeitos multiplicadores para trás e para frente na cadeia produtiva. Além disso, soma-se à infraestrutura de transportes a capacidade de articular os setores das atividades produtivas entre as diversas regiões, atenuando os desequilíbrios regionais. Desse modo, a fundamentação desenvolvida por Hirschman torna-se de suma importância para regiões espacialmente grandes caracterizadas por altas desigualdades históricas, como o caso brasileiro.

### **3.2 - Revisão da Literatura Empírica**

Diversos estudos têm sido desenvolvidos com o objetivo de analisar e identificar qual a relação entre o investimento em infraestrutura e o crescimento econômico, com base em diferentes metodologias empíricas e base de dados. O trabalho realizado por Aschauer (1989), identificado como o precursor dessa literatura, analisa como os gastos públicos na infraestrutura estadunidense impactaram no crescimento do período 1949-1989. O autor identificou que o investimento em infraestrutura fomenta o crescimento econômico e estimula os investimentos privados nos setores de transporte, saneamento e energia.

Ainda no âmbito internacional, Calderón e Servén (2004) investigam a relação entre o estoque de infraestrutura e a taxa de crescimento da economia em 121 países, para os anos de 1960 a 2000. Os autores concluem que o estoque de infraestrutura possui um efeito positivo e significativo sobre o crescimento de longo prazo dos países e impacto negativo sobre a concentração de renda. Além disso, indicam que os retornos do investimento em infraestrutura são maiores quando o estoque é menor, tendendo a arrefecer à medida que tal variável se amplia.

O primeiro autor a realizar tais relações para a economia brasileira foi Ferreira (1996), o qual analisou a influência do estoque de capital em infraestrutura federal (telecomunicações, energia elétrica, portos e ferrovias) sobre o crescimento da economia, por meio do método de cointegração. Os resultados do trabalho indicam que o crescimento de 1% no estoque em infraestrutura impacta entre 0,34% e 1,12% no crescimento do PIB. Posteriormente, Ferreira e Malliagos (1998) ampliaram a análise para o período 1950-1995, desagregam o investimento em infraestrutura por setores e concluíram que a elasticidade-renda do setor de transportes foi superior ao do setor elétrico e de telecomunicações.

Desde então, estes resultados vêm se confirmando por outros trabalhos desenvolvidos, com métodos e análises temporais diferentes, como os recentes trabalhos de Silva et al. (2013) e Neto, Conceição e Romminger (2015). O primeiro analisa o período de 1950-2004 e utiliza o método de causalidade de Granger e o segundo trabalha com anos mais recentes de 1995 a 2012, utilizando método econométrico de Vetores Auto Regressivos. Recentemente, a literatura no Brasil tem se intensificado em analisar a influência do investimento em infraestrutura no crescimento em âmbito subnacional, visando identificar disparidades regionais dessa relação.

Entre estes pode-se destacar Fortunato, Silva e Oreiro (2007), os quais desenvolvem um modelo dinâmico Keynesiano/Kaleckiano para mostrar o papel dos gastos com infraestrutura no crescimento de longo prazo no Brasil, como também o riquíssimo trabalho de Périco (2009), a qual por meio do método de Análise por Envoltória de Dados analisa a eficiência e a composição no PIB de diversos setores da infraestrutura brasileira. Todavia, diante da escassez de espaço, iremos nos concentrar a análise mais atenciosa em três artigos que permitem dialogar com os objetivos deste presente artigo, pois utilizam a mesma base de dados; métodos econométricos análogos; e decomposições regionais comparáveis.

Rocha e Giuberti (2007) procuraram identificar quais componentes dos gastos públicos dos Estados brasileiros (exceto Tocantins) influenciaram no crescimento econômico durante o período 1987-1998, a partir do método tradicional de efeitos fixos. Entre todos os componentes, os resultados indicaram para o painel com todos os Estados, um impacto positivo e significativo à 1% entre as despesas em transporte e comunicação em relação as despesas totais no crescimento. Ao dividir o painel entre os estados do Sul e Sudeste e outro para os estados do Norte, Nordeste e Centro-Oeste, os autores verificaram que os gastos em transporte e comunicação possuem menor coeficiente e significância para explicar o crescimento dos primeiros estados em relação ao segundo grupo.

Bertussi e Ellery Jr. (2012) também realizam uma investigação sobre o impacto dos gastos públicos estaduais do Brasil no crescimento do PIB per capita, para os anos de 1986 a 2007 (com médias quinquenais), utilizando métodos tradicionais de dados em painel com efeitos fixos e modelo de regressão quantílica. No primeiro método, como em Rocha e Giuberti (2007), estimam 3 grupos de painéis e chegam ao mesmo resultado: no painel com todas as unidades da federação (dados de Tocantins agregados ao Estado de Goiás) os gastos em transportes são positivos e significativos, porém ressaltam que o valor do

coeficiente é menor para grupo Sul e Sudeste em relação ao painel com os estados da região Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Com relação ao segundo método, os autores indicam que gastos em transportes apresentaram significância estatística até 5% para os quantis 0.1, 0.3, 0.4 e 0.5, ou seja, para os estados cuja taxa de crescimento da renda per capita é menor.

Silva, Martins e Neder (2016) avançam na mesma análise empírica e realizam estimações para o período de 1986-2009, para 26 Estados (dados de Tocantins agregados ao de Goiás) por meio da metodologia tradicional de dados em painel estático (pooled, efeitos fixos e efeitos aleatórios) e dinâmicos (GMM System e Difference). Além disso, com base nos resultados dos painéis e por meio do método de *bootstrapping*, avaliam os impactos dos investimentos em infraestrutura de transportes realizados pelos Programas de Aceleração do Crescimento (PAC I e PAC II). As estimações pelos métodos estáticos indicam relação positiva e estatisticamente significativa ao nível de 5% entre os gastos dos estados com transporte e o crescimento do PIB per capita, e 10% de significância para os métodos dinâmicos. Segundo os resultados, um aumento de 10% no investimento com transporte é responsável por um aumento médio de 0,08% na taxa de crescimento do produto per capita dos Estados.

Além dessa análise, Silva, Martins e Neder (2016), a partir da utilização de uma variável de interação regional, na qual se atribuiu valor 1 para estados do Norte e Nordeste, com as variáveis de gastos estaduais em transporte, indicam que não há diferenças significativas dos impactos dos gastos em infraestrutura de transporte sobre as taxas de crescimento das respectivas regiões em relação às regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste. Por fim, os autores sugerem pouco impacto do PAC I e PAC II em um processo de aumento das taxas de crescimento do produto per capita dos estados, indicando que estes não estão sendo efetivos em termos de redução das desigualdades regionais do Brasil.

## 4. BASE DE DADOS, METODOLOGIA E RESULTADOS

### 4.1 - Base de Dados

Os dados para o cálculo da variável PIB per capita (PIB e população) dos estados foram extraídos no Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Já os dados referentes aos gastos públicos estaduais em transporte, educação, saúde e saneamento, foram obtidos pela Execução Orçamentária dos Estados, disponibilizadas pelo FINBRA (Tesouro Nacional).<sup>1</sup> Os métodos empíricos foram realizados considerando o período de 1998 a 2012 (14 observações anuais) e as 26 unidades da federação<sup>2</sup>, somando 390 observações.

**Tabela 1 - Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas: 1998-2012**

Variáveis	N	Mínimo	Máximo	Média	Coef. Variação
PIBpc	390	5.272	35.352	15.373	0,45
GastoTotal	390	135.318.524	113.374.178.705	9.631.883.859	1,59
InvTransp	390	353.501	3.849.619.701	330.041.413	1,79
InvEduc	390	28.967.051	27.836.201.834	2.455.184.958	1,51
InvSauSan	390	1.537.300	27.858.331.404	2.350.309.765	1,60
LN_PIBpc	390	8,57	10,47	9,54	0,05
LN_GTotal	390	18,72	25,45	22,23	0,06
LN_InvTransp	390	12,78	22,07	18,47	0,09
LN_InvEduc	390	17,18	24,05	20,91	0,06
LN_InvSauSan	390	14,25	24,05	20,75	0,07

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da Execução Orçamentária dos Estados, FINBRA (Tesouro Nacional)

Na tabela 1 estão presentes as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas no modelo econométrico. Os dados relativos aos gastos estaduais destinados para a infraestrutura de transportes (InvTransp) apresentam os menores valores, em comparação com as rubricas de educação e saúde mais saneamento. Porém, apresentam maior dispersão dos valores observados (1,79), demonstrando em algum grau o tamanho da desigualdade nos investimentos em infraestrutura de transportes entre as regiões do Brasil.

<sup>1</sup> Os dados do PIB foram deflacionados pelo deflator implícito do PIB e os dados referentes aos gastos públicos estaduais foram deflacionados pelo Índice de Preços para o Consumidor Amplo (IPCA), ambos fonte do IPEA.

<sup>2</sup> Os dados referentes ao Distrito Federal não estão disponíveis no FINBRA.

## 4.2 - Resultados Análise Descritiva

A partir da base de dados apresentada foram realizadas análises descritivas da razão entre o investimento em infraestrutura de transportes e o gasto total dos 26 estados (tabela 1) e das 5 regiões brasileiras (gráfico 1), para os anos 1998, 2005 e 2012 (início, meio e fim, respectivamente, do período utilizado nos modelos econométricos). A relação entre essas duas variáveis representa uma proxy da intensidade de investimentos estaduais em transporte e, como podemos observar, esta era mais elevada no ano de 1998 na maioria dos estados. Nos estados do Mato Grosso, Paraná e Santa Catarina o investimento em transporte apresentava em 1998 níveis superiores a 10% do orçamento realizado e, por outro lado, os estados do Acre, Amapá, Roraima, Alagoas, Pernambuco e Sergipe investiam montante inferior a 2% das suas despesas orçamentárias.

Ao realizar a variação da ‘taxa’ de investimentos em transportes entre 2005 e 1998, podemos observar que todos os estados (com exceção do Amapá e Rondônia) tiveram queda na intensidade de investimento em transportes. Desse modo, observa-se uma tendência de queda da importância da infraestrutura de transportes para os *policy makers* dos entes federativos brasileiros no período. Apesar desses resultados, pode-se constatar reversão dessa tendência entre o período de 2005 e 2012 em alguns estados (Acre, Amapá, Pará, Maranhão, Paraíba, Rio Grande do Norte, Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro), demonstrando certa resiliência na inversão em infraestrutura de transportes destes e a fragilidade nos demais estados.

**Tabela 2 - Relação entre investimento em infraestrutura de transportes e orçamento total dos estados brasileiros**

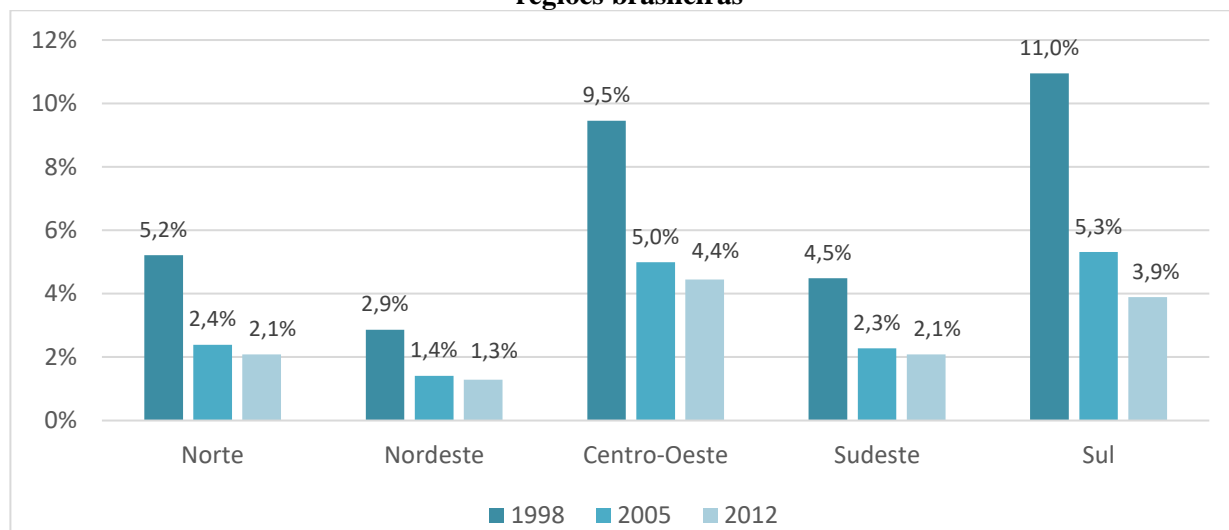
	Estados	1998	2005	2012	$\Delta$ 2005/1998	$\Delta$ 2012/2005
Norte	Acre	1,36%	0,83%	1,12%	-38,9%	34,5%
	Amapá	0,20%	0,37%	1,50%	90,4%	299,9%
	Amazonas	6,59%	1,78%	0,53%	-73,0%	-70,1%
	Pará	7,68%	2,70%	3,55%	-64,8%	31,5%
	Rondônia	6,08%	4,50%	3,37%	-25,9%	-25,2%
	Roraima	0,26%	2,54%	2,18%	874,0%	-14,1%
	Tocantins	9,41%	4,16%	2,47%	-55,8%	-40,6%
Nordeste	Alagoas	1,79%	1,47%	0,55%	-18,2%	-62,8%
	Bahia	3,47%	1,96%	1,38%	-43,5%	-29,6%
	Ceará	2,03%	0,81%	0,80%	-60,2%	-1,1%
	Maranhão	6,38%	3,77%	5,47%	-40,9%	45,0%
	Paraíba	2,17%	0,82%	1,00%	-62,3%	22,4%
	Pernambuco	1,42%	0,54%	0,45%	-61,8%	-16,8%
	Piauí	2,61%	1,91%	1,08%	-26,9%	-43,6%
	Rio Grande do Norte	4,35%	0,34%	0,42%	-92,2%	22,7%
Centro-Oeste	Sergipe	1,53%	1,06%	0,45%	-31,0%	-57,3%
	Goiás	8,75%	5,68%	2,96%	-35,0%	-47,9%
	Mato Grosso	10,46%	4,73%	2,88%	-54,7%	-39,0%
Sudeste	Mato Grosso do Sul	9,17%	4,55%	7,49%	-50,3%	64,4%
	Espírito Santo	3,84%	1,60%	1,27%	-58,4%	-20,5%
	Minas Gerais	5,62%	3,25%	2,62%	-42,1%	-19,3%
	Rio de Janeiro	2,78%	1,22%	1,48%	-56,2%	21,4%
Sul	São Paulo	5,73%	3,04%	2,97%	-46,9%	-2,4%
	Paraná	13,72%	4,17%	3,49%	-69,6%	-16,4%
	Rio Grande do Sul	6,13%	3,75%	3,31%	-38,9%	-11,8%
	Santa Catarina	13,01%	8,02%	4,87%	-38,3%	-39,3%

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da Execução Orçamentária dos Estados, FINBRA (Tesouro Nacional)

Porém, avaliando a mesma relação para as regiões brasileiras (gráfico 1), essa reversão não é

constatada. Primeiramente, observa-se forte queda da intensidade dos investimentos em infraestrutura de transportes entre 1998 e 2005 em todas as regiões, pois em todas os entes subnacionais tal relação caiu aproximadamente pela metade. Já, para o período 2005-2012, verifica-se baixa diminuição na importância da infraestrutura em transportes no orçamento, com menor queda para a região Nordeste (0,1 p.p) e maior na região Sul (1,4 p.p). Portanto, com base nos resultados, é possível identificar queda substancial do espaço para investimento em infraestrutura de transportes no orçamento fiscal das regiões brasileiras.

**Gráfico 1 - Relação entre investimento em infraestrutura de transportes e orçamento total das regiões brasileiras**



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da Execução Orçamentária dos Estados, FINBRA (Tesouro Nacional)

Em seguida, foi calculada a razão entre investimento em transportes e a população de cada estado (tabela 1) e das regiões (gráfico 2) do Brasil, para o mesmo período. Com relação aos Estados, no ano de 1998, o investimento por habitante apresentava valores acima de R\$90 no Tocantins, Mato Grosso, Paraná e Santa Catarina (com destaque para os dois últimos); e níveis menores que R\$10 nos estados do Amapá, Roraima, Paraíba, Pernambuco. Porém, cabe destacar que nestes últimos estados (com exceção de Pernambuco) esse baixo investimento per capita se reverteu entre 1998 e 2005; e os estados de Rondônia, Alagoas, Maranhão, Piauí e Sergipe também observaram aumento do investimento per capita em infraestrutura de transportes no período 1998-2005. Por outro lado, todos os estados das regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul experimentaram uma queda nos gastos estaduais com transporte.

**Tabela 3 - Investimento per capita em infraestrutura de transportes dos estados brasileiros**

	Estados	1998	2005	2012	$\Delta$ 2005/1998	$\Delta$ 2012/2005
<b>Norte</b>	Acre	11,41	6,97	15,72	-38,9%	125,6%
	Amapá	0,84	2,43	18,96	189,5%	679,8%
	Amazonas	43,80	15,91	7,85	-63,7%	-50,6%
	Pará	24,83	20,41	44,58	-17,8%	118,5%
	Rondônia	25,98	41,36	63,44	59,2%	53,4%
	Roraima	1,94	30,22	35,48	1456,3%	17,4%
	Tocantins	91,86	44,89	45,59	-51,1%	1,6%
<b>Nordeste</b>	Alagoas	10,28	13,12	8,77	27,6%	-33,1%
	Bahia	19,49	16,59	20,42	-14,9%	23,1%
	Ceará	11,62	6,73	12,82	-42,1%	90,7%
	Maranhão	17,00	27,89	74,25	64,1%	166,2%
	Paraíba	6,17	7,38	16,89	19,7%	128,8%
	Pernambuco	8,12	4,56	6,85	-43,8%	50,4%
	Piauí	12,73	15,37	15,89	20,7%	3,4%
	Rio Grande do Norte	23,29	3,66	6,66	-84,3%	82,1%
	Sergipe	10,78	11,11	7,72	3,0%	-30,5%

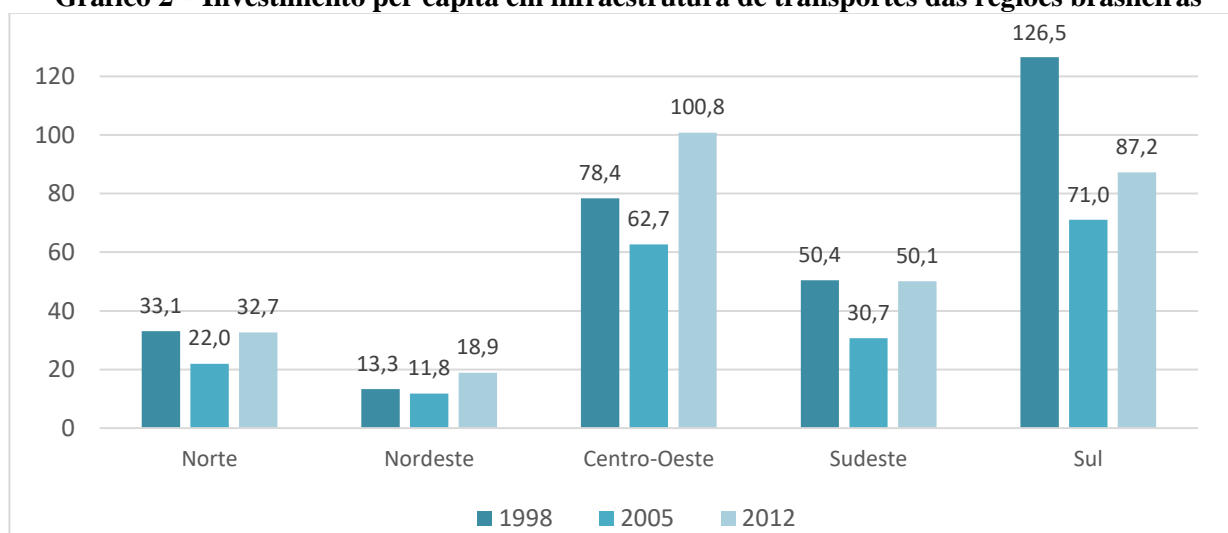
Continuação						
Centro-Oeste	Goiás	69,26	62,04	58,28	-10,4%	-6,1%
	Mato Grosso	90,37	61,79	56,84	-31,6%	-8,0%
	Mato Grosso do Sul	75,72	64,15	187,35	-15,3%	192,0%
Sudeste	Espírito Santo	31,94	19,34	31,69	-39,4%	63,8%
	Minas Gerais	52,45	37,44	51,54	-28,6%	37,7%
	Rio de Janeiro	32,66	18,26	36,85	-44,1%	101,8%
	São Paulo	84,61	47,81	80,38	-43,5%	68,1%
Sul	Paraná	169,64	51,98	72,61	-69,4%	39,7%
	Rio Grande do Sul	66,24	48,18	73,02	-27,3%	51,6%
	Santa Catarina	143,70	112,93	116,03	-21,4%	2,7%

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da Execução Orçamentária dos Estados, FINBRA (Tesouro Nacional)

No entanto, ao analisar o subperíodo 2005-2012, é possível observar a reversão dessa tendência de queda. Todos os Estados, com exceção de Amazonas, Alagoas, Sergipe, Goiás e Mato Grosso, apresentaram aumento do investimento per capita em infraestrutura de transportes entre 2005 e 2012. Cabe destacar, com relação ao período todo analisado, os estados do Amapá, Rondônia, Roraima, Maranhão e Mato Grosso do Sul por terem ampliado fortemente os investimentos per capita nos gastos per capita em infraestrutura de transportes e, de forma contrária, destaca-se negativamente os estados de Amazonas, Tocantins, Rio Grande do Norte, Mato Grosso e Paraná.

Por fim, analisando o gráfico 2, pode-se verificar uma dinâmica padrão entre os subperíodos com algumas particularidades: i) todos as regiões tiveram queda no investimento per capita em infraestrutura de transportes entre 1998 e 2005; ii) todos os entes subnacionais apresentaram reversão dessa tendência entre 2005 e 2012; iii) apenas as regiões Nordeste e Centro-Oeste apresentaram elevação dos gastos per capita com infraestrutura de transportes entre 1998 e 2012, com destaque para o crescimento do Centro-Oeste; iv) enquanto Norte e Sudeste não tiveram alterações significativas, o Sul apresentou forte queda de investimentos per capita entre 1998 e 2012.

**Gráfico 2 – Investimento per capita em infraestrutura de transportes das regiões brasileiras**



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da Execução Orçamentária dos Estados, FINBRA (Tesouro Nacional)

Com base em todas as informações apresentadas nessa seção é possível pontuar algumas conclusões: a) o investimento em infraestrutura de transportes perdeu espaço no orçamento fiscal dos estados; b) o perfil de investimentos dos estados do Centro-Oeste, no período analisado, se aproxima mais dos estados do Sudeste e Sul, em vez dos estados da região Norte e Nordeste; c) o arrefecimento do investimento estatal em infraestrutura de transportes entre o período do 2º governo FHC e o 1º mandato do governo Lula (1998-2005); d) fortalecimento do investimento per capita em infraestrutura de transportes nos governos petistas entre os anos de 2005 e 2012.



### 4.3 - Metodologia e Modelo Econométrico

O presente estudo utilizou o método econométrico por dados em painel espacial como meio para atingir os objetivos da pesquisa – foram realizadas inferências estáticas (por efeitos aleatórios e fixos) e dinâmicas (pelo Método dos Momentos Generalizados – *GMM*). A escolha do método se deve pela escassez de trabalhos na literatura que utilizam as técnicas de econometria espacial para estimar as relações entre crescimento econômico e investimento de infraestrutura em transportes.

Na maior parte dos casos, os dados em econometria são classificados em três tipos: i) *cross-section* (corte transversal), que são amostras de dados – geralmente independentes – em um único instante de tempo; ii) série temporal, que consiste de forma geral em uma única unidade observacional medida em diferentes períodos de tempo; e, iii) dados em painel, que apresenta dimensões tanto de *cross-section* como de série temporal.

As estimações com dados em painel apresentam diversas vantagens em comparação ao uso de dados em corte transversal ou séries de tempo. Por conter ambas características, esse tipo de base de dados fornece um elevado grau informacional sobre o fenômeno em estudo, tendo como principais atrativos: a maior homogeneidade intra-indivíduo, o menor nível de colinearidade e a grande disponibilidade de graus de liberdade (HSIAO, 1986).

Os modelos espaciais por dados em painel unem esses benefícios a possibilidade de estimar a estrutura de dependência espacial, bem como as relações entre indivíduos que não seriam captados em um painel tradicional (heterogeneidades espaciais), uma vez que o processo de geração de dados subjacentes a um painel – que não leva a estrutura espacial em consideração – é a independência das observações de corte transversal.

A ordenação da dependência espacial tem como norte a adoção de uma matriz de ponderação espacial ( $W$ ). Segundo Almeida (2012), essa é uma matriz quadrada de ordem  $n$  por  $n$ , cujos elementos denotam o grau de conexão espacial entre as fronteiras em análise, seguindo algum critério de proximidade. Neste trabalho, o critério de proximidade será baseado na contiguidade com convenção do tipo “rainha”, em que se parte do pressuposto de que as fronteiras contíguas possuem uma interação mais forte do que as fronteiras que não são contíguas.

Por sua vez, a heterogeneidade espacial que representa as diferentes respostas conforme o objeto analisado (gerando variabilidade nas variáveis explicativas), pode ser modelada de duas formas distintas: com modelos de efeitos aleatórios e modelos de efeitos fixos (MUTL; PFAFFERMAYR, 2011). No primeiro modelo, de efeitos aleatórios, o intercepto varia de uma variável para outra, mas não ao longo do tempo, ou seja, seus parâmetros são constantes tanto nas unidades espaciais quanto na série temporal. O seu modelo matricial genérico pode ser representado da seguinte forma (1):

$$\begin{aligned} y_t &= \rho W y_t + X_t \beta + W X_t \tau + \xi_t \\ \xi_t &= a + \lambda W \xi_t + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (1)$$

onde,  $W$  = matriz espacial;  $\rho$  e  $\lambda$  = parâmetros escalares do tipo espacial;  $\tau$  = vetor espacial de coeficientes; e,  $a$  = componentes específicos de erro aleatório.

Já o modelo de efeitos fixos, busca controlar as características de cada unidade espacial que são muito específicas e que não variam no tempo: o intercepto é o responsável por captar as diferenças das regiões. A extração dos modelos espaciais sob o seu arcabouço, assim como nos modelos de efeitos aleatórios, ocorre pela imposição de restrições em  $\rho$ ,  $\tau$  e  $\lambda$ . A sua forma matricial pode ser ilustrada pela equação 2:

$$\begin{aligned} y_t &= a + \rho W_1 y_t + X_t \beta + W_1 X_t \tau + \xi_t \\ \xi_t &= \lambda W_2 \xi_t + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (2)$$

onde,  $a$  é o intercepto da regressão e  $W_1 y_t$ ,  $W_1 X_t$  e  $W_2 \xi_t$  são as defasagens espaciais na variável dependente, independente exógena e termo de erro, respectivamente.

Todavia, a endogeneidade que pode existir entre as variáveis analisadas por este trabalho faz necessário adotar especificações econométricas adequadas para corrigir tais problemas. O modelo de painéis dinâmicos é uma solução justificável para esta situação, considerando-se que os dados possuem periodicidade curta.

Diversos métodos de estimação apropriados para painéis curtos e que utilizam variáveis sequencialmente exógenas como instrumentos estão disponíveis e são por vezes classificados em dois

grupos: estimadores de Variáveis Instrumentais e estimadores baseados no Método dos Momentos Generalizado (*Generalized Method of Moments*, doravante referido como GMM).

Estes métodos foram desenvolvidos, a grosso modo, seguindo uma linha evolutiva ao longo das últimas três décadas e tendo como foco a estimação de modelos dinâmicos. Entenda-se por especificações “dinâmicas”, neste contexto, modelos empíricos que incluem entre os regressores uma ou mais defasagens da variável de resposta, tipicamente apenas a primeira defasagem.

Com o intuito de minimizar a endogeneidade, este trabalho também realizou inferências dinâmicas (pelo método GMM). O GMM é um procedimento no qual o estimador requer apenas que um conjunto de condições de momento deduzidas dos pressupostos básicos de um modelo econométrico sejam satisfeitas. Nos modelos de painel espaciais é possível estimar a partir de efeitos fixos e aleatórios.

Assim, foi escolhido as duas formas de estimações por GMM em painel espacial para: 1) conseguir lidar apropriadamente com todas as fontes de endogeneidade incluídas no sistema de equações removendo a heterogeneidade não-observada e utilizando defasagens de  $y$  e de  $x$  não-correlacionadas com o erro como variáveis instrumentais; e, 2) produzir os resultados mais satisfatórios dentre todos os empregados, com enviesamento quase nulo tanto para  $\alpha$  quanto para  $\beta$ .

Conforme Lee e Yu (2014), o GMM espacial com efeitos fixos possibilita as melhores condições lineares e de momento quadráticas: as estimativas são consistentes com distribuição normal assintótica centrada. O método pode ser utilizado com efeitos ao longo do tempo e/ou individuais. A identidade (3) representam genericamente a sua equação:

$$y_{nt} = \sum_{j=1}^{\rho} \lambda_{j0} W_{nj} y_{nt} + \gamma_0 y_{n,t-1} + \sum_{j=1}^{\rho} \rho_{j0} W_{nj} y_{n,t-1} + X_{nt} \beta_0 + c_{n0} + a_{t0} \ell_n + V_{nt} \quad (3)$$

Em que,  $c_{n0}$  é o vetor dos efeitos individuais e  $a_{t0}$  a escala dos efeitos no tempo.

Por outro lado, o método GMM com efeitos aleatórios pressupõe que a falsa especificação de  $y_n$  pode exercer um grande viés no modelo de dados em painel dinâmico devido à dependência do tempo modelado na variável dependente: as observações podem ser tratadas como exógenas quando são verdadeiramente endógenos (PARENT; LESAGE, 2012). Para evitar essa situação, o método é regredido da seguinte fórmula:

$$y_t = \rho W y_t + \phi y_{t-1} + \theta W y_{t-1} + \iota \alpha + X_t \beta + \xi_t \quad (4)$$

$$\xi_t = \alpha + \varepsilon_t$$

onde a variável explicativa exógena é gerada a partir do seguinte processo:

$$x_t = x_{t-1} + \mu_t$$

Foram estimados três modelos: o primeiro com todos os 26 Estados brasileiros (Brasil); o segundo e o terceiro, com os Estados do Norte e Nordeste (grupo 1) e do Centro-Oeste, Sudeste e Sul (grupo 2) do país, respectivamente. Esta separação da amostra possibilitou a análise da relação entre crescimento econômico e investimento de infraestrutura de transporte não apenas a nível nacional, como também, de maneira específica – examinando tanto as regiões menos desenvolvidas (Norte-Nordeste) como as mais desenvolvidas do Brasil (Centro-Sul).

Porém, antes de validar e gerar todos os resultados do modelo – que foram estimadas a partir do software R com base no trabalho de Croissant e Millo (2019) – as variáveis passaram pelo teste de raiz unitária, apresentado no apêndice (Quadro A). Apenas a variável relacionada ao investimento em infraestrutura de transporte (LN\_InvTransp) foi estacionária, com isso todas outras foram transformadas em estacionárias por meio do método de primeira diferença. Para manter as relações de todas as variáveis em um mesmo período de tempo ( $t_x, t_{x+1}, \dots, t_{x+n}$ ), LN\_InvTransp recebeu uma defasagem.

Além disso, utiliza-se alguns testes para validar os resultados dos modelos: i) LM2: para avaliar simultaneamente a autocorrelação espacial e serial; b) LMJOINT/LMH: verificar a significância conjunta dos efeitos regionais e a correlação espacial; c) CLMmu: testar a presença de efeitos regionais aleatórios e fixos; e, d) CML Lambda: examinar se existe algum tipo de dependência temporal entre as variáveis analisadas.

#### 4.4 - Resultados Econométricos

Inicialmente, foram empregados diferentes testes de multiplicador Lagrange para dados em painel espacial de modo a testar para a presença de correlação espacial nas observações e para a presença de efeitos idiossincráticos (efeitos individuais e regionais). Estes testes são discutidos em Baltagi, Song e Koh (2003) e Millo e Piras (2012).

Os resultados da tabela 4, indica-se a presença de efeitos individuais regionais em todas as regressões (CLMmu), de modo que é uma evidência contrária a utilização de um “estimador de regressão de dados empilhados” (*pooled regression estimator*) ou alguma variação dele que leve em consideração a dependência espacial.

**Tabela 4 - Testes de autocorrelação e efeitos regionais**

TESTES	BRASIL	GRUPO 1	GRUPO 2	H0
LM2	0,00002	0,00006	0,00005	Autocorrelação Espacial
CML Lambda	0,00002	0.00005	0.00104	Autocorrelação Espacial
CLMmu	0.15110	0.19670	0.09861	Efeitos Regionais
LMJOINT/LMH	0,00004	0.00012	0.00010	Autocorrelação Espacial e Efeitos Regionais

Fonte: Elaboração própria a partir do *software R*.

Com base nesses resultados, procedeu-se à estimação dos parâmetros. Estimou-se primeiramente os modelos de dados em painel estáticos (efeitos fixos e aleatórios). As tabelas 5 e 6 mostram os resultados dos modelos estimado: a primeira tabela apresenta os resultados dos modelos de efeitos fixos, enquanto a segunda apresenta os resultados dos modelos de efeitos aleatórios.

De acordo com os resultados na tabela 5, a variável relacionada a investimento em infraestrutura de transporte (InvTransp) não impactou o crescimento econômico tanto a nível segmentado (Centro-Oeste, Sudeste e Sul e/ou Norte-Nordeste), quanto de forma nacional. Por outro lado, os gastos totais (GastoTotal) influenciaram positivamente o PIB per capita estadual dos Estados do Centro-Sul do país em cerca de 0.35% (a um nível de significância de 1%) e o investimento em infraestrutura de saneamento e saúde (InvSauSan) negativamente em 0.18% (a um nível de significância de 5%).

**Tabela 5 - Estimações pelo método de dados em painel espacial estático (efeitos fixos)**

Variável Dependente: taxa de crescimento do PIB per capita estadual			
Variáveis Explicativas	BRASIL	GRUPO 1	GRUPO 2
GastoTotal	0.02098 (0.6162)	-0.03138 (0.5069)	0.34895 (0.0022) ***
InvTransp	<b>0.00637</b> (0.1860)	<b>0.00611</b> (0.2224)	<b>0.00040</b> (0.9816)
InvEduc	0.02613 (0.4322)	0.04528 (0.2502)	-0.02348 (0.7096)
InvSauSan	-0.02198 (0.2094)	-0.00613 (0.7402)	-0.18250 (0.0120) **
Obs.	364	224	140
R <sup>2</sup>	0.4478	0.4087	0.3865
Teste F <sup>3</sup>	9.86	9.12	8.87
Prob > F	0.000	0.000	0.000

Fonte: Elaboração própria a partir do *software R*.

Notas: Erros padrões robustos em parênteses. \*, \*\* e \*\*\* indicam significância estatística a 10%, 5% e 1%, respectivamente.

<sup>3</sup> O teste-F é utilizado para testar o nível de significância de um conjunto de restrições lineares relativas a um modelo de regressão linear múltipla. A rejeição da sua hipótese nula - por meio da Prob > F - expressa que pelo menos um dos parâmetros  $\beta_j$  é significativamente diferente de zero.

Da tabela 6, nota-se como InvTransp indicou resultados divergentes nas regiões do Centro-Sul e Norte-Nordeste do Brasil. Enquanto, nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul (grupo 2), o impacto é negativo em 0.00661. O grupo 1, que contém os Estados do Norte e Nordeste, teve uma relação positiva, ou seja, o investimento em infraestrutura de transporte afetou o crescimento do PIBpc estadual em 0.006%.

**Tabela 6 - Estimações pelo método de dados em painel espacial estático (efeitos aleatórios)**

Variável Dependente: taxa de crescimento do PIB per capita estadual			
Variáveis Explicativas	BRASIL	GRUPO 1	GRUPO 2
Intercepto	-0.01896 (0.4963)	-0.08967 (0.0153) **	0.15068 (0.0613) *
GastoTotal	0.02026 (0.6268)	-0.02370 (0.6128)	0.34244 (0.0023) ***
<b>InvTransp</b>	<b>0.00214</b> (0.1518)	<b>0.00629</b> (0.0028) ***	<b>-0.00661</b> (0.0947) *
InvEduc	0.02817 (0.3993)	0.04100 (0.3008)	-0.02620 (0.6766)
InvSauSan	-0.02191 (0.2065)	-0.00712 (0.6929)	-0.18172 (0.0110) **
Obs.	364	224	140
R <sup>2</sup>	0.4543	0.4108	0.3934
Teste F	10.56	9.78	9.31
Prob > F	0.000	0.000	0.000

Fonte: Elaboração própria a partir do *software* R.

Nota: Erros padrões robustos em parênteses. \*, \*\* e \*\*\* indicam significância estatística a 10%, 5% e 1%, respectivamente.

Por fim, a tabela 7 e 8 apresentam os resultados das inferências dinâmicas. Os resultados são parecidos com o painel espacial estático, novamente o investimento em infraestrutura de transporte (InvTransp) tem uma relação positiva e estatisticamente significativa com o PIBpc nos Estados do Norte e Nordeste (grupo 1) do país e negativa com os Estados do Centro-Sul (grupo 2). Só que desta vez, também nas estimações do GMM de efeitos aleatórios, o InvTransp influenciou positivamente o modelo com todos os Estados brasileiro (Brasil).

**Tabela 7 - Estimações pelo método de dados em painel espacial dinâmico - GMM (efeitos fixos)**

Variável Dependente: taxa de crescimento do PIB per capita estadual			
Variáveis Explicativas	BRASIL	GRUPO 1	GRUPO 2
GastoTotal	0.02346 (0.5769)	-0.02760 (0.5626)	0.35703 (0.0018) ***
<b>InvTransp</b>	<b>0.00641</b> (0.1865)	<b>0.00625</b> (0.2161)	<b>-0.00033</b> (0.9851)
InvEduc	0.02411 (0.4702)	0.04280 (0.2811)	-0.03614 (0.5663)
InvSauSan	-0.02185 (0.2153)	-0.00622 (0.7384)	-0.18288 (0.0142) **
Obs.	364	224	140
R <sup>2</sup>	0.4256	0.4073	0.3931
Teste F	10.32	9.52	9.13
Prob > F	0.000	0.000	0.000

Fonte: Elaboração própria a partir do *software* R.

Nota: Erros padrões robustos em parênteses. \*, \*\* e \*\*\* indicam significância estatística a 10%, 5% e 1%, respectivamente.

**Tabela 8 - Estimações pelo método de dados em painel espacial dinâmico – GMM (efeitos aleatórios)**

Variável Dependente: taxa de crescimento do PIB per capita estadual			
Variáveis Explicativas	BRASIL	GRUPO 1	GRUPO 2
Intercepto	-0.01635 (0.4680)	-0.08963 (0.0011)***	0.16300 (0.0003)***
GastoTotal	0.02615 (0.5339)	-0.01338 (0.7766)	0.35036 (0.0019)***
<b>InvTransp</b>	<b>0.00199</b> (0.0982) *	<b>0.00628</b> (0.0006)***	<b>-0.00718</b> (0.0007)***
InvEduc	0.02621 (0.4354)	0.03461 (0.3868)	-0.03915 (0.5249)
InvSauSan	-0.02311 (0.1838)	-0.00798 (0.6569)	-0.18863 (0.0070)***
Obs.	364	224	140
R <sup>2</sup>	0.4866	0.4340	0.3123
Teste F	11.32	10.55	10.01
Prob > F	0.000	0.000	0.000

Fonte: Elaboração própria a partir do *software* R.

Nota: Erros padrões robustos em parênteses. \*, \*\* e \*\*\* indicam significância estatística a 10%, 5% e 1%, respectivamente.

As evidências deste estudo, demonstraram que não é possível fazer qualquer diagnóstico da relação entre investimento de infraestrutura em transporte e crescimento econômico a nível nacional. Mas quando se examina a nível regional sob os aspectos das regiões mais e menos desenvolvidas do país pode-se chegar a algumas considerações.

Em primeiro lugar, a relação positiva e estatisticamente significativa entre gastos públicos no setor de transportes e o crescimento econômico dos Estados brasileiros é um fenômeno local, e não uma experiência uniforme entre todos os entes do país. Assim sendo, cada região apresenta uma dinâmica que é diferente da outra. Uma possível explicação para essa realidade está no fato de que os Estados do Norte e Nordeste ainda estão muito atrasados em termos de investimentos públicos nas áreas de infraestrutura econômica (transportes, energia e comunicações), o que torna os gastos públicos mais produtivos nessas regiões.

Dessa forma, os dispêndios públicos em infraestrutura de transporte podem acelerar o crescimento econômico desses Estados menos desenvolvidos, o que implica, teoricamente, no aumento da renda média da população, e por consequência elevar o nível de desenvolvimento regional. Além de possibilitar a mudança na estrutura da sociedade e atrair uma maior parcela do investimento privado.

Por fim, é comum na literatura a relação inversa do investimento em infraestrutura de transporte e o PIB per capita para os Estados mais desenvolvidos. O fato indica que essas regiões já possuem um estoque de gastos públicos em infraestrutura e que os investimentos estão sendo realizados há mais tempo. Outro ponto que pode ilustrar essa diferença, refere-se a maior presença de investimento privado na região Centro-Sul quando comparada a região Norte-Nordeste do país.

## 5. CONCLUSÕES

O objetivo do trabalho consistiu em realizar uma investigação empírica acerca dos efeitos do investimento em infraestrutura de transporte sobre o crescimento econômico dos estados brasileiros. Este estudo contribui para a literatura ao realizar uma análise temporal mais recente e devido ao método de dados em painel espacial utilizado, anteriormente não explorado pelos trabalhos empíricos.

Para o alcance dos objetivos aqui propostos, foram estimados 3 modelos, para os 26 estados do país no período de 1998 a 2012, a partir da metodologia de dados em painel espacial estático (efeitos fixos e aleatórios) e dinâmico (GMM efeitos fixos e GMM efeitos aleatórios). No primeiro modelo realiza-se um painel com todos os estados que, posteriormente, foi estratificado em dois grupos: o grupo 1 (modelo 2) compreende os estados das regiões Norte e Nordeste e o grupo 2 (modelo 3) os estados das regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul. Esta divisão foi realizada visando observar a diferença do impacto dos

investimentos em infraestrutura de transportes no crescimento econômico da região menos desenvolvida (grupo 1) em relação a região mais desenvolvida (grupo 2) do país.

Os resultados econométricos confirmaram que os investimentos públicos em infraestrutura de transportes são mais produtivos nas regiões menos desenvolvidas do país (Norte e Nordeste). Porém, para o crescimento do país e da região mais desenvolvida não foram observadas evidências suficientes para tal afirmação. Além disso, com base nas análises descritivas, pode-se afirmar que o investimento per capita em infraestrutura de transportes apresentou reduções e esta rubrica perdeu espaço no orçamento total dos estados.

Por fim, este trabalho permitiu reafirmar a importância dos investimentos públicos em infraestrutura, principalmente no setor de transportes, pois o investimento realizado no Brasil ainda é ineficaz para solucionar os problemas referentes a demanda e as desigualdades regionais existentes do país. Portanto, o setor pode contribuir para a condução do crescimento e desenvolvimento socioeconômico elevando-se a produtividade, competitividade dos bens e serviços e melhorando o bem-estar social.

---

## Transport infrastructure investments and economic growth: a spatial analysis of Brazilian states

**Abstract:** The main goal of this article is to investigate empirically the impact of public investments in transport infrastructure over the Brazilian economic growth. The main hypotheses investigated are: i) investments in transport infrastructure contribute to the economic growth of the Brazilian states; ii) these investments have larger effects in the less developed regions of Brazil. For this purpose, static and dynamic spatial panel data methods were used for a set of 26 federative units, from 1998 to 2012. The econometric results confirm only the second hypothesis, indicating that investments in transport infrastructure are more productive in the less developed regions of the country (North and Northeast). In addition, based on the descriptive analyzes, the investment per capita in transport infrastructure and the presence of this item in the state budget reduced in the analyzed period.

**Keywords:** Transports infrastructure; economic growth; panel data; spatial econometrics.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, E. Econometria espacial aplicada. **Campinas: Editora Alínea**, 2012.

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

BALTAGI, B; SONG, S. H; KOH, W. Testing Panel Data Regression Models with Spatial Error Correlation. **Journal of Econometrics**, v. 117, n. 1, p. 123–50, 2003

BANCO INTERAMERICANO DE DESAROLLO - BID. **Informe macroeconómico de América Latina y el Caribe** - Construir oportunidades para crecer en un mundo desafiante, 2019.

BERTUSSI, G. L.; ELLERY JR, R. Gastos Públicos com infraestrutura de transporte e crescimento econômico: uma análise para os estudos brasileiros. **Boletim regional, urbano e ambiental**. Brasília: Ipea, 2011.

BERTUSSI, G. L.; ELLERY JR, R. Infraestrutura de transporte e crescimento econômico no Brasil. **Journal of Transport Literature**, vol. 6, n. 4, pp. 101-132, 2012.

CALDERO N. C.; SERVEN, L. The Effects of Infrastructure Development on Growth and Income, Distribution. **World Bank Policy Research Working Paper Series**, n. 3400, 2004.

CAMPOS NETO, C. A. S. Investimento na infraestrutura de transportes: avaliação do período 2002-2013 e perspectivas para 2014-2016. Brasília: **Ipea**, 2014. (Texto para Discussão n. 2014).

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. **O financiamento do investimento em infraestrutura no Brasil: uma agenda para sua expansão sustentada**. Brasília, 2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. **Competitividade Brasil 2019-2020**. Brasília, 2020.

CROISSANT, Y; MILLO, G. Panel Data Econometrics with R. **New York: JohnWiley & Sons Ltd**, 2019.

FERREIRA, P. C. Investimento em infra-estrutura no Brasil: fatos estilizados e relações de longo prazo. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 26, n. 2, p. 231-252, 1996.

FERREIRA, P.; T. MALLIAGROS. Impactos Produtivos da Infraestrutura no Brasil – 1950/95. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, 28 (2), 315-338, 1998.

FORTUNATO, W.; SILVA, G.; OREIRO, J. L. Gasto público com infraestrutura, acumulação privada de capital e crescimento de longo prazo: uma avaliação teórica e empírica para o Brasil (1985-2003). **Prêmio SOF de monografias**, 2007.

INFRALATAM. Datos de Inversión en Infraestructura Económica en América Latina y el Caribe. **BID, CAF y CEPAL Iniciativa**, 2020.

HIRSCHMAN, A. **A Estratégia de Desenvolvimento Econômico**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961.

HOLMES, T. J. Structural, experimentalist, and descriptive approaches to empirical work in regional economics. **Journal of Regional Science**, v. 50, n. 1, p. 5-22, 2010.

HSIAO, C. **Analysis of panel data**. Cambridge: Cambridge University Press, 1986.

LEE, L.; YU, J. Efficient GMM estimation of spatial dynamic panel data models with fixed effects. **Journal of Econometrics**, v. 180, n. 2, p. 174–197, 2014

MILLO, G; PIRAS, G. Spatial Panel Data Models in R. **Journal of Statistical Software**, v. 47, n. 1, p. 1-38, 2012.

MOSCONI, F; TOSETTI, E. GMM estimation of spatial panels with fixed effects and unknown heteroskedasticity. **Regional Science and Urban Economics**. v. 41, n. 5, p. 487-497, 2011.

MUTL, J; PFAFFERMAYR, M. The Hausman test in a Cliff and Ord panel model. **The Econometrics Journal**, v. 14, n.1, 2011.

NETO, C; CONCEIÇÃO, J; ROMMINGER, A. Impacto da Infraestrutura de Transportes sobre o Desenvolvimento e a Produtividade no Brasil. In: **Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes**. Orgs: Fernanda De Negri, Luiz Ricardo Cavalcante. Brasília, ABDI, IPEA, 2015.

PARENT, O; LESAGE, J. Spatial dynamic panel data models with random effects. **Regional Science and Urban Economics**, v. 42, n. 4, p. 727-738, 2012.

PÉRICO, A. A relação entre as Infraestruturas Produtivas e o Produto Interno Bruto (PIB) das regiões brasileiras: uma Análise por Envoltória de Dados. 227 p. **Tese (Doutorado)** – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

ROCHA, F.; GIUBERTI, A. C. Composição do gasto público e crescimento econômico: uma avaliação macroeconômica da qualidade dos gastos dos Estados brasileiros. **Economia Aplicada**, v. 11, n. 4, p. 463-485, out/dez, 2007.

SANCHÉZ, R. 2010. Algunas reflexiones sobre los servicios de infraestructura en América Latina. Brasília, DF: **CEPAL**. Escritório no Brasil/IPEA. (Textos para discussão CEPAL – IPEA, 35).

SILVA, G.; MARTINS, H.; NEDER, H. Investimentos em infraestrutura de transportes e desigualdades regionais no Brasil: uma análise dos impactos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 840-863, dez, 2016.

SILVA, F.; MARTINS, F.; ROCHA, C.; ARAÚJO, C. Investimentos em transportes terrestres causam crescimento econômico? Um estudo quantitativo. **Journal of Transport Literature**, vol. 7, n. 2, pp. 124-145, 2013.

WORLD BANK. How to revitalize Infrastructure Investments in Brazil – Public Policies for Better Private Participation. **Finance, Private Sector and Infrastructure Management Unit, Latin America and Caribbean Region**, v. 1, Main Report, Washington, 2007.

## APÊNDICE

**Quadro A – Testes de Raiz Unitária em Panel das Variáveis Utilizadas nos Modelos Econométricos**

Variáveis	Método	Statistic	Prob.	Resultado
LN_PIBpc	Levin, Lin & Chu	0,2514	0,5992	Não-Estacionária
	Im, Pesaran and Shin W-stat	4,8834	1,0000	Não-Estacionária
	ADF - Fisher Chi-square	15,105	1,0000	Não-Estacionária
	PP - Fisher Chi-square	20,804	1,0000	Não-Estacionária
LN_GTotal	Levin, Lin & Chu	0,0378	0,5151	Não-Estacionária
	Im, Pesaran and Shin W-stat	5,1557	1,0000	Não-Estacionária
	ADF - Fisher Chi-square	22,192	0,9999	Não-Estacionária
	PP - Fisher Chi-square	38,181	0,9238	Não-Estacionária
LN_InvTransp	Levin, Lin & Chu	-4,6796	0,0000	Estacionária
	Im, Pesaran and Shin W-stat	-3,4597	0,0003	Estacionária
	ADF - Fisher Chi-square	85,153	0,0025	Estacionária
	PP - Fisher Chi-square	87,845	0,0014	Estacionária
LN_InvEduc	Levin, Lin & Chu	1,35114	0,9117	Não-Estacionária
	Im, Pesaran and Shin W-stat	6,26197	1,0000	Não-Estacionária
	ADF - Fisher Chi-square	10,1874	1,0000	Não-Estacionária
	PP - Fisher Chi-square	27,6952	0,9977	Não-Estacionária
LN_InvSauSan	Levin, Lin & Chu	-2,7208	0,0033	Estacionária
	Im, Pesaran and Shin W-stat	2,18855	0,9857	Não-Estacionária
	ADF - Fisher Chi-square	39,7280	0,8938	Não-Estacionária
	PP - Fisher Chi-square	66,8608	0,0805	Não-Estacionária

Fonte: Elaboração própria a partir do *software* Eviews 10.

Nota: Para todos os métodos a hipótese nula é de que as séries possuem raiz unitária (não-estacionárias).