

INVESTIMENTOS EM TRANSPORTES TERRESTRES CAUSAM CRESCIMENTO ECONÔMICO? UM ESTUDO QUANTITATIVO

Francisco Gildemir Ferreira da Silva¹, MSc.

Universidade Federal do Ceará - CAEN

Francisco Giusepe Donato Martins², Msc.

Carlos Henrique Rocha³, PhD.

Programa de Pós-Graduação em Transportes

Universidade de Brasília – UnB

Carlos Eduardo Freire Araújo⁴, Msc.

MKMBR Engenharia Ambiental Ltda.

RESUMO

O crescimento econômico de um país é alvo de estudos acadêmicos desde o início do século passado. Aschauer estudou arduamente a relação crescimento *vis a vis* investimento público. Seguindo esta linha utilizando dos trabalhos de Balvir e Balbir (1984) e o teste de causalidade de Granger (1980), busca-se identificar, para o período 1950-2004, se investimentos em infraestrutura de transportes terrestres (ferroviário e rodoviário) causam crescimento e vice-versa. Como resultado, afirma-se que investimentos em ferrovia não movimentam a economia e que investimentos em rodovias, pelo menos para a década de 50, movimentaram fortemente a economia. Como fonte de pesquisas posteriores se sugere estender o trabalho a outros momentos da história nacional e a trabalhos com abordagem microeconômica.

ABSTRACT

The economic growth is extensively studied in academic papers since last century. Aschauer has many paper relating economic growth and government expenditure. In the same way and using the preeminent works from Balvir and Balbir (1984) and Granger Causality test (1980), we search to identify in the period 1950-2004 relationship from investments in transportation infrastructure to GDP and vice-versa. Finally, we confirm the hypothesis that investments in road infrastructure imply increasing in GDP and vice-versa, but the railroad investments does not movement the economy. Suggestions follow the target to indentify patterns using microeconomics datas.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento econômico de um país é alvo de estudos acadêmicos desde o início do século passado. Fatores tal como educação, investimento público e privado e desburocratização dos mecanismos de Estado explicam o fenômeno em maior ou menor grau (ver estudos seminais de Romer (1986 e 1990); Lucas (1990); Dasgupta e Stiglitz (1988); Aschauer (1989)). A base de todos esses estudos está na teoria do crescimento econômico neoclássico e seus precursores (Ramsey, 1928; Solow, 1956; Swan, 1956; Arrow, 1962; e Uzawa, 1965). A linha de pesquisa é quase secular e a evolução foi no sentido de entender o comportamento das economias desenvolvidas e do distanciamento destas para as economias em desenvolvimento com o objetivo de apontar formas de reduzir o hiato entre os dois grupos. Aschauer em seus trabalhos – Aschauer (1988 e 1989a-d) – discute a melhoria da eficiência dos investimentos públicos.

Nas últimas décadas, muitos pesquisadores têm se dedicado a comprovação da validade empírica dos modelos teóricos, destacando Calderón *et al.* (2003); Calderón e Servén (2003); e Ferreira e Maliagros (1998) que estudaram o crescimento das economias latino americanas e brasileira via investimento em infraestrutura. Apesar de existirem vários estudos teóricos e empíricos falta entender a contribuição de setores específicos no crescimento econômico, pois investir em infraestrutura de transporte gera externalidades e efeitos de *spillovers* diferentes que os gerados por investimentos em telecomunicações ou energia. No caso do setor de transportes no Brasil, tem-se o estudo de Morais e Aragão (2007) que tratam do setor de transportes urbano no Brasil, mas sem abordar a parte quantitativa, o que é a proposta deste artigo.

Nesse escopo, pretende-se investigar se investimentos em transporte causam aumento no produto da economia e se a volta vale para os transportes rodoviário e ferroviário. A investigação terá como base as discussões de Aschauer, a metodologia de Balvir e Balbir (1984) adequada ao presente estudo e o teste de causalidade (Granger, 1969) que serão aplicados a dados de investimentos em infraestrutura de transportes terrestres brasileira de 1950 a 2004. Havendo uma ou as duas causalidades, vislumbra-se estimar o horizonte para o qual os investimentos em rodovia ou ferrovia geram retorno no produto agregado e se a ampliação do produto implica investimento.

Para alcançar este objetivo, o presente trabalho foi dividido em 5 seções, incluindo esta introdução. A seção 2 descreve sucintamente a teoria do crescimento econômico via investimento em infraestrutura com base nos trabalhos de Aschauer. A seção 3 apresenta a proposta de análise via teste de causalidade de Granger. Na seção 4, analisam-se os dados e testam-se as hipóteses de que os investimentos em infraestrutura de transportes terrestres (ferroviário e rodoviário) causam crescimento e vice-versa e identifica se em 10 anos qual das duas infraestruturas mais tem relação com o PIB. Por fim, apresentam-se as considerações finais.

2. BACKGROUND TEÓRICO

Esta seção apresenta a teoria do crescimento econômico *vis a vis* investimentos governamentais dentro do enfoque dos estudos de Aschauer. Segue indicando alguns estudos empíricos, notoriamente no Brasil e América Latina e conclui apresentando o que se tem feito observando o efeito de investimentos públicos no setor de transportes

2.1. Crescimento Econômico e Investimento em Infraestrutura

Tradicionalmente, defende-se que a acumulação de capital é um fator de crescimento no longo prazo, mas vários autores contestam esta teoria, pois para eles a acumulação de capital é o resultado do processo de crescimento e não a sua causa (Jacinto e Ribeiro, 1998). Mas, seja por acumulação, seja por qualquer outro mecanismo, deve ocorrer alguma transferência para outras gerações, por exemplo, educação, infraestrutura, tecnologia, entre outros. Isso implica que investir é uma condição necessária para haver no mínimo manutenção do *status quo* da economia. A teoria do crescimento econômico aponta que a intervenção do estado é necessária, seja na educação (Romer, 1990) ou em investimentos em infraestrutura (Aschauer, 1989a), para atingir o estado estacionário da economia e diminuir o hiato entre os países desenvolvidos e os em desenvolvimento.

Pensando em investir em infraestrutura, Aschauer discute os seguintes temas: (i) eficiência dos investimentos públicos; (ii) a substitutibilidade do investimento público *versus* privado; (iii) crescimento econômico via investimento público (aplicando aos países membros do grupo dos 7 – G7); e (iv) a produtividade dos gastos públicos.

Basicamente, os trabalhos de Aschauer (1988, 1989a-d) têm três implicações: (i) o capital de infraestrutura eleva o produto marginal do setor privado para o caso de uma produção do tipo neoclássica; (ii) o capital de infraestrutura é complementar ao capital privado e amplia o produto marginal do capital privado; e (iii) os investimentos em infraestrutura comumente afastam os investimentos privados em construções e equipamentos. Porém, o governo tem realizado investimentos de forma eficiente? Se sim, em quais setores a eficiência maximiza o bem-estar geral? Aschauer não responde claramente essas perguntas, mas deixa claro que o governo é o

motor e que investir em infraestrutura é importante para o processo de crescimento econômico regional.

As conclusões de Aschauer são bem ambientadas no contexto norte-americano, mas, conforme Jacinto e Ribeiro (1998), a interação entre os investimentos público e privado é um pouco controversa quando se comparam os resultados apresentados em países desenvolvidos em relação aos países em desenvolvimento. Para o caso brasileiro, Jacinto e Ribeiro (1998) estudam a relação entre os dois investimentos e concluem que existe um efeito substituição dos investimentos públicos com o privado, o que não corrobora a hipótese de complementaridade entre esses investimentos apontada por Aschauer (1989a e 1989c) para a economia americana. Sucintamente, Aschauer (1989a), tomando como base os períodos 1949 a 1967, 1968 a 1985, 1953 a 1985 e 1949 a 1981, encontra evidência de forte relação entre capital público e a produtividade total dos fatores da economia norte americana, pois a elasticidade do capital público é significativa sobre a produtividade do setor privado.

Nesse contexto, seja de substituição ou complementaridade entre investimentos, o governo brasileiro deve parar de investir e deixar que o privado tome de conta? Não. O fato de investimentos governamentais em infraestrutura substituírem investimentos privados decorre de que, conforme a teoria neoclássica, os países em desenvolvimento estão longe do estado estacionário e, sendo assim, não têm o mínimo para garantir o retorno de capital exigido pelas empresas. Portanto, torna-se demasiado arriscado o privado investir e, desta feita, o governo deve alavancar o processo de crescimento via investimento.

A substitutibilidade não é o único fator estudado por Aschauer, e o investimento público, seja em países em desenvolvimento ou desenvolvidos, é sim fator de crescimento econômico. Em suas estimativas, Aschauer (1989a) conclui que a diminuição das despesas em investimentos públicos explica o declínio da taxa de crescimento da produtividade da economia americana. Estudando os países membros do G7 no período de 1973 a 1985, o autor verifica que uma maior taxa de investimentos públicos em relação ao produto interno bruto (PIB) ampliou a produtividade da mão-de-obra (Aschauer, 1989d). Isso é corroborado por estudos relativos à América Latina de Calderón *et al.* (2003), Calderón e Servén (2003), e referentes ao Brasil de Ferreira e Maliagros (1998), Ferreira (2001) e Ferreira e Araújo (2007).

Por todo o exposto, vê-se que investimento em infraestrutura é fonte de crescimento, embora com ressalvas. Assim, no tópico que segue estudos relativos a investimentos no setor de transportes terrestres serão apresentados.

2.2. Investimento em Infraestrutura de Transporte Terrestre e Crescimento no Brasil

Conforme Aschauer (1989a), investimento em infraestrutura amplia o crescimento econômico e regional, e se transporte é necessário para a ligação física de regiões, então é lógico pensar que criar, ampliar e manter infraestruturas de transportes, sejam rodovias, ferrovias, portos, canais e rios navegáveis, são fontes de crescimento econômico.

Morais e Aragão (2007) concluem que investir em infraestruturas de transportes gera arrecadação e apresentam diversos artigos que demonstram que os investimentos públicos em infraestruturas de transportes, em termos de país, região e cidade são produtivos. Além disso, Gomide (2003) *apud* Moraes e Aragão (2007) afirmam haver a ocorrência de custos elevados de transporte provocados por grandes congestionamentos de tráfego que limitam as escolhas de localização das

firmas e elevam os custos de produção, o que afeta o emprego e a renda. Portanto, investimentos em infraestruturas de transportes reduziram tais custos e favoreceriam a produtividade econômica.

Ferreira e Maliagros (1998) apresentam várias informações de investimento em infraestrutura de transportes e outros setores, sendo um trabalho minucioso e apurado e que desmistifica os fatores que levaram os investimentos públicos em infraestrutura terem declinado no Brasil durante a década de 80. Caracterizam bem o período de grandes investimentos em transportes 1950-1970 e a impossibilidade de investimento do setor público em infraestruturas e o desfecho com as privatizações da década de 90.

Ferreira e França (2007) afirmam que a crise financeira catalisou os investimentos públicos e quase a totalidade das regiões enfrentou a partir da década de 90 problemas, reduzindo a disponibilidade de fundos para investimentos em infraestrutura e culminando, no caso brasileiro, com a redução de investimento, tal como no âmbito do setor portuário que correspondeu em 1993 a menos de 15% do valor referente a 1980. Isso se confirmou também com ferrovias, visto a complementaridade destas com as movimentações portuárias e com as rodovias, caracterizado pela necessidade latente de movimentar mercadorias. Isso propiciou o declínio nas taxas de crescimento do produto nacional (Frischtak e Gimenès, 2005).

Investir em infraestrutura impulsionaria a trajetória de crescimento? Será que investir em infraestruturas de transportes tem efeitos mais consistentes que em telecomunicações? De qualquer sorte, uma coisa é certa, a economia precisa de meios de transporte para alcançar a demanda e ofertar bens. E, dado tal requisito, não ter infraestrutura ou tê-la de forma precária, pode ser um grande empecilho ao desenvolvimento. Isso é claro no senso comum, mas quanto tempo leva para que os investimentos em infraestruturas de transportes influam no produto da economia ou fomentem o desenvolvimento? Será que investir em ferrovias ou rodovias é mais eficiente e eficaz para o desenvolvimento? Estas são questões que iremos estudar *a posteriori* com os meios que descreveremos na seção que segue.

3. ANÁLISE DE CAUSALIDADE

Descreve-se nesta seção o trabalho de Balvir e Balbir (1984) e, sequencialmente, o teste de Granger e suas aplicações e a descrição da sua utilização neste artigo.

3.1. Metodologia para Análise da Causalidade de Gastos Públicos e Produto da Economia

Balvir e Balbir (1984) antecederam os trabalhos de Aschauer (1988) e estavam interessados em identificar a teoria mais adequada para estudos empíricos sobre a relação entre investimento e crescimento. Suas conclusões foram:

- (i) Despesas públicas e PIB são relacionados pelo mecanismo de análise utilizado e isso sugere que nem Wagnerianos tampouco Keynesianos estão corretos, portanto, análises apoiadas na teoria deles seriam tendenciosas e inconsistentes;
- (ii) O crescimento no agregado das despesas públicas replica o do PIB de forma imediata, enquanto que o inverso não é verdade. Isso sugere apenas o comportamento natural das despesas públicas e os efeitos da rigidez institucional da infraestrutura;
- (iii) Similarmente, análises agregadas de funções de crescimento em gastos públicos (administrativos, social, desenvolvimento e defesa) servem para identificar o efeito do crescimento no PIB; e

- (iv) Os gastos com serviços mantêm a causalidade Keynesiana.

A metodologia de Balvir e Balbir (1984) consiste em analisar padrões e direções da causalidade com base no arcabouço constante dos trabalhos de Wold (1954), Simon (1953), Granger (1969) e Sims (1972). Eles seguem a máxima de Granger (1980): o passado e o presente devem causar o futuro, mas o futuro pode não causar o passado. Assim, uma variável Y é causada por X se Y tem uma melhor previsão utilizando todas as informações relevantes, incluindo os valores passados de X , do que adotando somente as informações importantes sem, contudo, considerar os valores pretéritos de X .

Granger (1969) identificou quatro padrões de causalidades: simples; instantânea; em diferenças; e bidirecional. As três primeiras referem-se à causalidade unidirecional $Y \rightarrow X$, já a última refere-se à causalidade bidirecional. O modelo geral de causalidade é dado pelas Equações 1 e 2:

$$Y_t = b_0 + a_0 X_t + \sum_{j=1}^m a_j X_{t-j} + \sum_{i=1}^n a_i Y_{t-i} + u_t \quad (1)$$

$$X_t = c_0 + d_0 Y_t + \sum_{i=1}^n c_i X_{t-i} + \sum_{j=1}^m d_j Y_{t-j} + v_t \quad (2)$$

Onde, u_t e v_t são mutuamente não correlacionados e representam séries de ruídos brancos, tal que, $E(u_t u_{t'}) = E(v_t v_{t'}) = 0$ para todo t e $(t \neq t')$. Note que as defasagens podem ser dadas conforme i e j . Assim, podem-se avaliar efeitos atrasados das variáveis e interpretar isso como tempo de maturação de uma relação, se existir. Para testar os padrões, estima-se as Equações 1 e 2 por OLS (*Ordinary Least Square Method*) e se testa:

$$H_0: a_j = d_j = 0 \text{ para todo } j \text{ (} j = 0, 1, \dots, m \text{)};$$

$$H_1: a_j \neq 0 \text{ e } d_j \neq 0 \text{ para algum dos } j\text{'s.}$$

Muitos autores seguiram o procedimento acima e na seção que segue, relatam-se algumas aplicações, inclusive no sentido deste artigo.

3.2. Teste de Causalidade de Granger: Aplicações e Relação ao Problema do Artigo

Os testes de causalidade foram aplicados em vários trabalhos, tendo sido destacados na Tabela 1 aqueles que interessam ao presente estudo.

Tabela 1: Exemplos de aplicações de testes de causalidade.

Autores	Aplicação
Balvir e Balbir (1984)	Relação despesas públicas agregadas e PIB
Yamaguchi e Araújo (2005)	Direção causal entre preço real do leite recebido pelos produtores e preço real de ração para vaca leiteira
Nakabashi, Scatolin e Cruz (2007)	Relação de causalidade entre investimento, crescimento industrial e crescimento econômico.
Sartori (2005)	Causalidade entre venda de ações no mercado interno e mercado externo
Manso (2005)	Análise de causalidade bidirecional entre consumo de energia, Produção e PIB.
Matos (2002)	Impactos diretos e unidirecionais do desenvolvimento financeiro sobre o crescimento econômico.
Cândido Júnior (2006)	Investiga as relações dinâmicas (no curto e longo prazo) entre investimento público e produto e investimento público e Produtividade Total dos Fatores - PTF.
Nonnenberg e Mendonça (2004)	Causalidade entre investimentos diretos externos (IDE) e PIB.

Os trabalhos relacionados na Tabela 1, embora apliquem o teste para pesquisar relação investimento *versus* crescimento, tratam apenas da variação macroscópica e não investigam a relação microscópica, este último sendo uma proposta deste trabalho.

4. ANÁLISE DE CAUSALIDADE ENTRE INVESTIMENTOS EM TRANSPORTES TERRESTRES E O AGREGADO DA ECONOMIA

Esta seção se subdivide em dois tópicos. No primeiro procede-se à análise estatística das variáveis adotadas no estudo, enquanto no segundo realiza-se a análise da causalidade de Granger.

4.1. Análise Estatística dos Dados

A análise estatística se dará por uma avaliação gráfica (gráfico em linha e histograma) e de parâmetros amostrais, além de testar a hipótese de normalidade das séries. As variáveis adotadas são: PIB real; Investimento no setor ferroviário; e Investimento no setor rodoviário. A Figura 1 representa a evolução dessas variáveis em milhões de reais referentes a 1995 para o período 1950-2004.

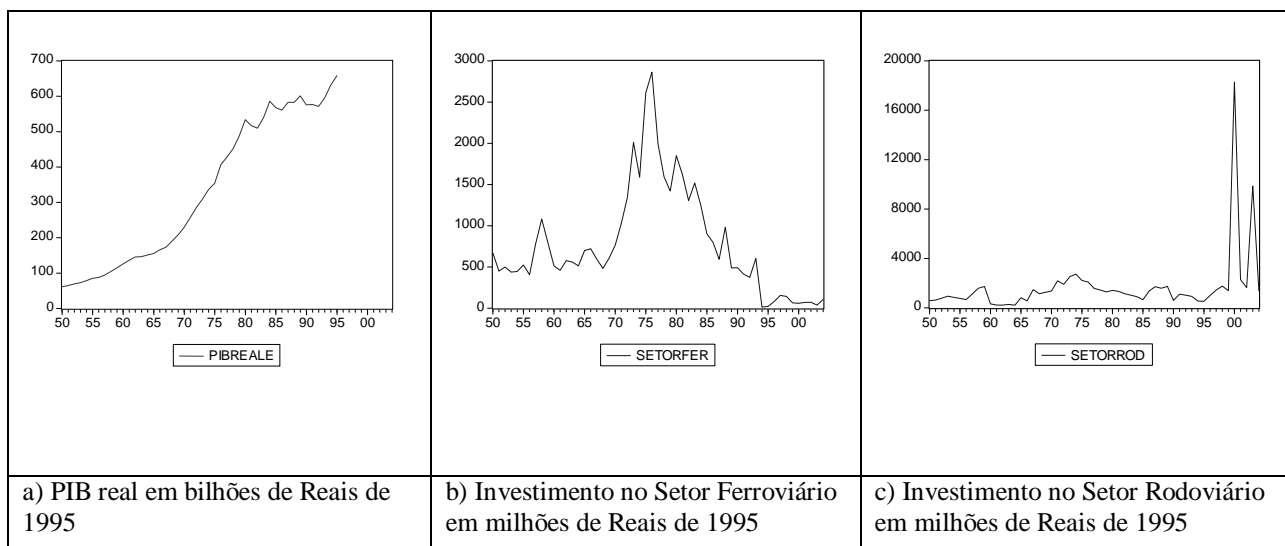


Figura 1: Gráficos em linha das variáveis em análise.

Nos gráficos em linha da Figura 1 tem-se uma série de 46 observações de PIB real e 55 dos investimentos em ferrovias e rodovias. A diferença de nove anos nas observações se deve a um corte de dados, feito propositalmente, dado o período de privatizações ferroviárias. O PIB real, conforme esperado, cresceu ao longo do período de referência, com grandes oscilações na década de 80 associadas ao período de hiper-inflação. O crescimento verificado para o PIB gerou a expectativa de que as outras variáveis também crescessem. Entretanto, essa tendência não se confirmou para os investimentos nos setores ferroviário e rodoviário, provavelmente, em virtude de os governos terem priorizado outras áreas tais como habitação e saúde.

Os investimentos anuais no setor ferroviário variaram de 0,5 a quase 3,0 bilhões de reais, valor referente ao pico de 1975, até meados da década de 90, quando decaíram a valores inferiores ao patamar do início da década de 50. Este último decréscimo é pela conversão da infraestrutura ferroviária para a iniciativa privada e os dados aqui são relativos a investimentos governamentais. Os investimentos no setor rodoviário, por sua vez, apresentaram valores uniformes até o final da

década de 90, variando também entre 0,5 e 3,0 bilhões de reais, porém, com grandes picos que superaram os patamares de 16,0 e 8,0 bilhões de reais a partir de 2000, voltando em seguida aos patamares de investimento da década de 70.

É fato que a magnitude dos dados é diferente e, portanto, não podemos comparar diretamente as variáveis. Porém, podemos ver que o investimento ferroviário e o rodoviário apresentaram, para o período 1950-1990, valores de mesma magnitude. Considerando que o custo para colocar rodovias em operação é menor do que o custo para operacionalizar ferrovias, ou seja, que o custo de construção de cada quilômetro de rodovia é menor que o de ferrovia, pode-se inferir que o modo rodoviário foi mais favorecido.

O pico de investimento rodoviário se deu no período de privatização, o que pode parecer estranho, mas este período foi caracterizado por investimentos governamentais no intuito de reverter a infraestrutura do país para a iniciativa privada, o que corrobora o pico encontrado. Nota-se, ainda, que no período 1960-1965 ocorreu um recesso de investimentos tanto em rodovias como em ferrovias, seguido de uma seqüência de bonança. Algo a se desmistificar é o do grande aporte de investimento em rodovias na década de 1950 frente ao modo ferroviário, o que não foi observado na série, mas sim uma equivalência de investimentos.

Na seqüência analisamos as estatísticas das variáveis e o teste Jarque-Bera de normalidade das séries o que não é confirmado para nenhuma variável, conforme histogramas da Figura 2.

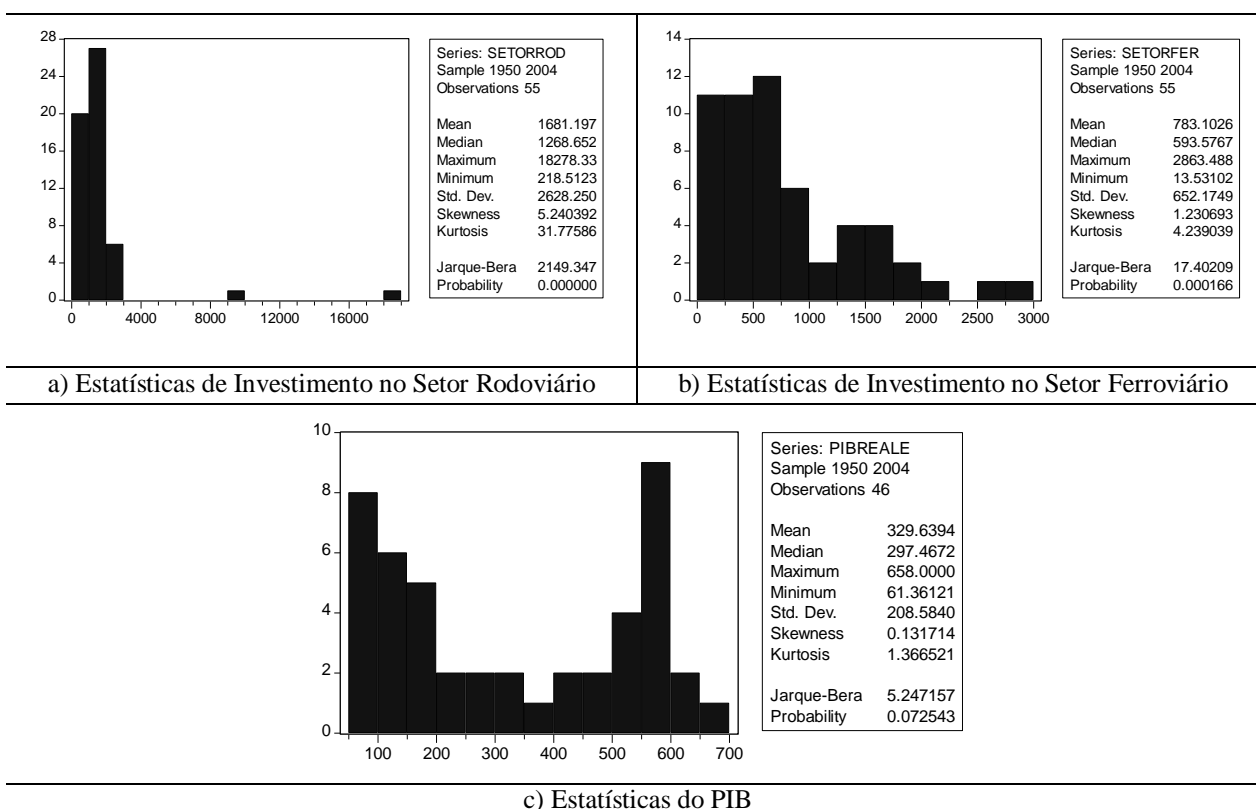


Figura 2: Histogramas, estatísticas descritivas e teste de normalidade das variáveis.

Verifica-se do histograma “a” da Figura 2 um desvio padrão bastante acentuado para a série de investimentos no setor rodoviário, decorrente do pico de investimentos na década de 90 (ver gráfico “c” da Figura 1), o que não se observou para o desvio padrão das outras séries de

variáveis. Percebe-se, ainda, que o setor rodoviário tem maior frequência em investimentos com valores abaixo de quatro bilhões de reais, conforme o histograma “a” da Figura 2, mas com dois grupos isolados com frequência baixa de 9 e 18 bilhões de reais, respectivamente. Para o setor ferroviário, observamos mais uniformidade nos grupos de investimento, mas não vemos valores semelhantes aos *outliers* do setor rodoviário. O setor ferroviário se destaca também por gastos menores que o rodoviário.

Para findar a análise estatística, testou-se a existência de raiz unitária para as primeiras diferenças utilizando o teste de Dickey-Fuller aumentado, consoante a Tabela 2, obtendo-se a não existência de raiz unitária e, conseqüentemente, podendo-se tratar a causalidade sem ajustes e em acordo com Granger (1980).

Tabela 2: Teste de Dickey-Fuller aumentado

Teste de Dickey-Fuller Aumentado	Estatística t	Prob.*
PIB real	-5.033330	0.0001
Investimento Setor Ferroviário	-7.715345	0.0000
Investimento Setor Rodoviário	-12.05408	0.0000

H₀: não tem raiz unitária; H₁: tem raiz unitária (estimativa a 99%).

Além disso, verificou-se a impossibilidade de utilizar o PIB real em nível, mas sim na primeira diferença, sendo tal procedimento utilizado na análise. Isto não compromete os resultados tendo em vista que a diferença do PIB é utilizada, naturalmente, como indicador de crescimento (Romer (1986 e 1990); Lucas (1990)). Assim, a próxima seção trata do teste de causalidade segundo metodologia de Granger e os resultados são resumidos na Tabela 3.

4.2. Análise de Causalidade Bidirecional ou Unidirecional

Para se proceder à análise de causalidade, foi verificada a probabilidade de ocorrência da não causalidade de um investimento em outro *versus* a causalidade, com base na estatística F. Ainda, analisou-se a relação entre investimentos no setor ferroviário *versus* setor rodoviário. Isso é importante no sentido de que se um investimento não influencia o outro podemos concluir que não há relação de substitutibilidade nem de complementaridade associada aos investimentos. O que se espera é que haja pelo menos causalidade unidirecional entre PIB e investimento em alguma infraestrutura, podendo, inclusive ocorrer bicausalidade, ou seja, PIB influenciando investimento e investimento influenciando PIB.

Os testes de hipótese de causalidade foram realizados considerando-se defasagens diferentes de 1 a 10 períodos, com o intuito de captar se o PIB causa investimentos ferroviários e rodoviários ou vice-versa e se em dez anos a relação se manteve. Assim sendo, a confirmação da hipótese poderá ser de causalidade bidirecional ou unidirecional. O resultado obtido para as estatísticas do teste de causalidade de Granger consta da Tabela 3. Nota-se que as observações vão diminuindo com a defasagem e, por isso, fez-se um teste com apenas dez defasagens, pois se perderia graus de liberdade e, ainda, como foi feito um corte de nove anos entre as observações do PIB e dos investimentos, fazer esse teste para maiores períodos implicaria perder o poder estatístico do teste.

Além disso, fez-se um teste entre investimento em rodovia vis a vis investimento em ferrovia para verificar se existia complementaridade ou substituição entre investimentos, mas, neste caso, utilizou-se toda amplitude dos dados (55 observações), ressaltando-se, contudo, que pós 1990

ocorreu uma queda em investimentos públicos em ferrovia até a consecução das privatizações e neste mesmo período ocorreu um acréscimo em investimentos de rodovia proveniente de privatizações. A causalidade neste período não pode ser considerada como decorrente de investimentos apenas público e como não dispomos de dados de investimento privado o teste serve apenas como exercício de investigação preliminar necessitando de um estudo mais robusto para o caso da relação entre investimentos nos diferentes modos para diferentes fontes (pública e privada).

Tabela 3: Estatísticas do teste de causalidade de Granger (PIB, Investimentos ferroviários e rodoviários)

	Investimentos ferrov. não causa DifPIB?	DifPIB não causa investimentos ferroviários?	Investimentos rodov. não causa PIB?	DifPIB não causa investimentos rodoviários?	Invest. Rodov. não causa invest. Ferrov?	Invest. Ferro. Não causa invest. Rodov?
Defasagem	1					
Obs.	44		44		54	
Estat - F	3.70373	0.14248	4.70756	0.93483	0.02629	0.71552
Prob.	0.06125	0.70778	0.10752	0.33928	0.87184	0.40157
Defasagem	2					
Obs.	43		43		53	
Estat - F	3.11038	0.07943	2.85811	1.18618	0.00938	0.56232
Prob.	0.05610	0.92380	0.06977	0.31644	0.99067	0.57360
Defasagem	3					
Obs.	42		42		52	
Estat - F	3.75169	0.47912	1.53921	1.06200	0.05503	0.50547
Prob.	0.01949	0.69888	0.22517	0.37766	0.98279	0.68047
Defasagem	4					
Obs.	41		41		51	
Estat - F	3.35575	5.46624	0.84043	0.94693	0.04931	0.44025
Prob.	0.02109	0.00189*	0.50986	0.44874	0.99526	0.77878
Defasagem	5					
Obs.	40		40		50	
Estat - F	4.22484	4.59901	1.22503	0.92116	0.05642	0.11567
Prob.	0.00524*	0.00328*	0.32254	0.48138	0.99780	0.98819
Defasagem	6					
Obs.	39		39		49	
Estat - F	3.28631	3.47191	0.90198	1.58447	0.09540	0.14920
Prob.	0.01532	0.00090*	0.50849	0.19150	0.99642	0.98805
Defasagem	7					
Obs.	38		38		48	
Estat - F	2.61454	4.05371	0.74745	1.70378	0.36998	0.32081
Prob.	0.03846	0.00495*	0.63523	0.15775	0.91320	0.93915
Defasagem	8					
Obs.	37		37		47	
Estat - F	2.82069	3.31778	0.57811	1.37899	0.32374	0.51948
Prob.	0.02860	0.01404	0.78382	0.26450	0.95044	0.83224
Defasagem	9					
Obs.	36		36		46	
Estat - F	2.20219	2.85366	0.42931	1.24728	0.97018	0.42558
Prob.	0.07694	0.02997	0.90100	0.33149	0.48527	0.90963
Defasagem	10					
Obs.	35		35		45	
Estat - F	2.15272	3.82518	0.46595	2.68160	0.81881	0.22103
Prob.	0.09225	0.01134	0.88584	0.04504	0.61435	0.99156

As células em cinza são as que passam no teste a 5% e as cinzas com * são as que passam a 1%, ou seja, com 95% e 99% de certeza que a causalidade não existe. Ferro. = ferrovia; Rodov. = rodovia; Invest. = investimento; Obs. = observações; Prob. = probabilidade.

Da Tabela 3, verifica-se que na primeira defasagem temos causalidade simples e instantânea. A bicausalidade não foi identificada entre PIB e investimento no setor ferroviário da quarta à oitava defasagem, o que pode ser interpretado no sentido de que os investimentos ferroviários não tiveram tempo para atingir a maturidade para propiciar retorno em cinco anos e, por conta disso, não geraram expansão do produto da economia para igual período. Observa-se, ainda, que nos primeiros anos de investimento no setor ferroviário não se tem retorno no PIB, mas com o passar do tempo há uma inversão e o PIB não causa investimento em ferrovias, ou seja, nada se tem de conclusivo durante 10 anos quanto ao retorno de investimentos em ferrovias na economia.

Por outro lado, o resultado para a relação entre PIB e investimento no setor rodoviário indicou que não há causalidade apenas no primeiro ano de investimento para o sentido investimento rodoviário influenciando o PIB, enquanto que do segundo ano a décima defasagem há uma inversão de sentido para PIB influenciando investimento. Isso caracteriza a estrutura rodoviária como um investimento que dá retorno no curto prazo e perdura no tempo, haja vista que a defasagem de 10 anos corresponde ao período de sobre vida de rodovias e ao período de renovação de gerações. Obviamente existe um fator imediato e outro inercial, o que só será detectado com uma modelagem em Vetores Auto-Regressivos (VAR). Além disso, pode-se inferir que o período de defasagem coincide também com o crescimento populacional e o desenvolvimento das regiões onde as infraestruturas foram instaladas.

No tocante à relação entre os investimentos ferroviários e rodoviários nada se pode concluir, pois os resultados obtidos não permitem descartar a existência de causalidade em todos os períodos de defasagens. Assim sendo, pode-se levantar a hipótese de complementaridade ou substitutibilidade entre os investimentos em ambos os setores de transportes terrestres. Portanto, o agente público ao investir nos setores ferroviário e rodoviário deve considerar a relação entre tais investimentos no sentido de empregar eficiente e eficazmente os recursos públicos.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O trabalho atingiu o objetivo proposto ao identificar a relação entre investimentos em infraestrutura de transportes terrestres e crescimento da economia representado pelo PIB. Os resultados apontam para o fato de que, apesar da teoria indicar que investimentos em ferrovias e rodovias movimentam a economia, o investimento em ferrovias não apresentou relação de longo prazo e não assegurou movimento inercial da economia, enquanto que investimentos rodoviários garantem a inércia da economia ou podem acelerar o crescimento, pelo menos em um horizonte de 10 anos e, talvez por isso, tenha sido a opção àquela época. Isso fica constatado com os resultados obtidos para o teste de causalidade de Granger, pois permitem inferir que investimentos em ferrovia, ao contrário de investimentos em rodovias não movimentaram a economia. Em vista disso, é possível, se fossem aumentadas as defasagens, encontrar uma regressão da relação entre crescimento e investimento em rodovias.

Observou-se bicausalidade entre investimentos em rodovia e ferrovia, sendo um indicativo de complementaridade de investimentos, ou melhor, investimentos conjugados. Contudo, dado o montante aplicado em cada modo, infere-se que as rodovias foram privilegiadas e as ferrovias passaram apenas por processos de manutenção sem ocorrer expansão da malha, bem como houve uma desoneração dos cofres públicos pós 1995 com a redução drástica dos investimentos públicos no modo ferroviário. A década de 90 caracterizou-se por investimentos maciços em rodovias e daí a diferença entre os investimentos dos dois modos no tocante à influência sobre o

PIB. Note que cabe estudar relações com o crescimento das malhas e com o aumento dos volumes de tráfego para se ter conclusões mais robustas.

O teste de causalidade tem aplicabilidade para dados de natureza mesoscópica, no sentido de que se analisou um setor e não mais a macroeconomia. O mais inovador é a possibilidade de se descobrir o horizonte de retorno de investimentos públicos na economia com o uso dessa técnica. É interessante buscar avaliar a causalidade entre investimento do setor de transportes com o agregado da economia e, posteriormente, avançar para uma análise microeconômica. Nesse caso, sugere-se avaliar o impacto de intervenções estatais pontuais, tal como investimentos em determinadas rodovias e ferrovias, no PIB das Unidades da Federação ou das regiões influenciadas por essas intervenções, bem como identificar o horizonte de movimentação nas regiões econômicas diretamente ligadas aos investimentos.

Por fim, recomenda-se analisar se os resultados encontrados neste artigo perduram da década de 1960 a 1980 e aplicar a técnica adotada para dados microscópicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arrow, K. J. (1962) *The economic implications of learning by doing*. Review of Economic Studies 29, 155-173.
- Aschauer, D. A. (1988) *Government spending and the falling rate of profit*. Economic Perspectives, Vol. 12, pp. 11-17.
- _____. (1989a) *Is Public Expenditure Productive?* Journal of Monetary Economics, March 1989a, 23(2), pp. 177-200.
- _____. (1989b) *Is government spending productive?* Journal of Monetary Economics, Vol. 23, pp. 177-200.
- _____. (1989c) *Does public capital crowd out private capital?* Journal of Monetary Economics, Vol. 24, pp. 171-188.
- _____. (1989d) *Public investment and productivity growth in the Group of Seven*. Economic Perspectives, Vol. 13, No. 5, pp. 17-25.
- Balvir, S.; Balbir, S. S. (1984) *Causality Between Public Expenditure and National Income*. The Review of Economics and Statistics, Vol. 66, No. 4 (Nov., 1984), pp. 630-644.
- Calderón, C., W.; Easterly and L. Servén (2003) *Infrastructure Compression and Public Sector Solvency in Latin America*. In W. Easterly, W. and L. Servén (eds.): The Limits of Stabilization. Infrastructure, Public Deficits, and Growth in Latin America, Stanford University Press.
- Calderón, C.; L. Servén (2003) *The Output Cost of Latin America's Infrastructure Gap*. In W. Easterly and L. Servén (eds.) The Limits of Stabilization: Infrastructure, Public Deficits, and Growth in Latin America. Stanford University Press and the World Bank.
- Cândido Júnior, J. O. (2006) *Efeitos do Investimento Público sobre o Produto e a Produtividade: uma análise empírica*. Texto para Discussão nº 1204. Brasília: IPEA.
- Dasgupta, P.; Stiglitz, J. E. (1988) *Learning-by-Doing, Market Structure and Industrial and Trade Policies*. Oxford Econ. Papers 40 (June 1988): 246-68.
- Ferreira, P. C.; T. Maliagros (1998) *Impactos Produtivos da Infra-Estrutura no Brasil — 1950/95*. Pesquisa e Planejamento Econômico, v.28, n.2, pp.315-338.
- Ferreira, P. C. (2001) *Public Versus Private Provision of Infrastructure in a Neoclassical Growth Model*. EPGE - Fundação Getúlio Vargas. Disponível em <http://www.fgv.br/professor/ferreira/FerreiraPriv.pdf>. Acesso em: 21 de fev. de 2009.
- Ferreira, P. C.; Cândido Júnior, J.O. (2006) *Efeitos do Investimento Público sobre o Produto e a Produtividade: Uma Análise Empírica*. EPGE - Fundação Getúlio Vargas. Disponível em <http://www.sbe.org.br/dated/ebe28/pdf/22.pdf>. Acesso em: 21 de fev. de 2009.
- Ferreira, P.C.; Araújo, C. H. V. (2007) *Growth and Fiscal Effects of Infrastructure Investment in Brazil*. EPGE - Fundação Getúlio Vargas (Mimeo).
- Ferreira, P. C.; França, J. M. S. (2007) *Um estudo sobre infra-estrutura: impactos produtivos, cooperação público-privado e desempenho recente na América Latina*. EPGE - Fundação Getúlio Vargas. Disponível em <http://www.fgv.br/professor/ferreira/InfraAmeLatCepal.pdf>. Acesso em 21 de fev. de 2009.

- Frischtak, C. R.; Gimenes, A. (2005) *Competitividade no Brasil*. Disponível em: <http://www.inae.org.br/publi/ep/EP0097.pdf>. Acesso em: 21 de fev. de 2009.
- Granger, C. W. J. (1969) *Investigating causal relations by econometric models and cross spectral methods*. *Econometrica*, Oxford, v. 37, n. 3, p. 424-438, May 1969.
- _____. (1980) *Testing for Causality*. *Journal of Economic Dynamics and Control* 2 (1980), 329-352.
- Jacinto, P. A.; Ribeiro, E. P. (1998) *Co-Integração, efeitos Crowding-In e Crowding-Out entre Investimento Público e Privado no Brasil: 1973-1989*. *Teor. Evid. Econ.*, Passo Fundo, v. 6, n. 11, p. 143-156, nov. 1998
- Lucas, R. (1988) *On the Mechanics of Economic Development*. *Journal of Monetary Economics* 22 (1988) 3-42. North-Holland.
- Manso, J. R. P. (2005) *Relações de Causalidade Entre Consumo de Energia, Evolução da Produtividade e Crescimento do Produto: Uma Abordagem Recorrendo à Metodologia VAR*. Departamento de Gestão e Economia Universidade da Beira Interior – Portugal.
- Matos, O. C. (2002) *Desenvolvimento do Sistema Financeiro e Crescimento Econômico no Brasil: Evidências de Causalidade*. *Trabalhos para Discussão* nº 49. Banco Central.
- Morais, A. C.; Aragão, J. J. G. (2007) *Gasto Público em Infraestrutura de Transporte é Produtivo?* XVI Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito. Maceió-AL.
- Nakabashi, L.; Scatolin, F. D.; Cruz, M. J. V. (2007) *Investimento, Indústria e Crescimento Econômico Brasileiro: uma Análise da Relação de Causalidade*. Disponível em http://www.economia.ufpr.br/publica/textos/2007/causalidade_na_ind%FAstria5.pdf. Acesso em: 21 de fev. de 2009.
- Nonnenberg, M. J. B.; Mendonça, M. J. C. (2004) *Determinantes dos Investimentos Diretos Externos em Países em Desenvolvimento*. *Texto para Discussão* nº 1016. Brasília: IPEA.
- Ramsey, F. P. (1928) *A Mathematical Theory of Saving*. *Econ. J.* 38 (December 1928): 543-59.
- Romer, P. M. (1986) *Increasing Returns and Long-Run Growth*. *Journal of Political Economy*, XCIV (1986), 1002-1037.
- _____. (1990) *Endogeneous Technological Change*. *The Journal of Political Economy*, Vol. 98, No. 5, Part 2: The Problem of Development: A Conference of the Institute for the Study of Free Enterprise Systems (Oct., 1990), pp. S71- S102.
- Sartori, V. (2005) *Teste de Causalidade e de Características Comuns nas Séries de Ações Domésticas e Seus Respectivos ADRs*. Dissertação. Pós-graduação em Economia da Universidade Federal de Santa Catarina.
- Simon, H. (1953) *Causal Ordering and Identifiability*. In: W. Hood and T. C. Koopmans (eds.), *Studies in Econometric Method* (New York: John Wiley and Sons, 1953), 49-74.
- Sims, C. (1972) *Money, Income and Causality*. *American Economic Review* 62 (Sept. 1972), 540-552.
- Solow, R. (1956) *A Contribution to the Theory of Economic Growth*. *Quarterly Journal of Economics*, vol.70, nº1, pp-65-94.
- Swan, T. (1956) *Economic Growth and Capital Accumulation*. *Economic Record*, vol.32, nº3, pp.334-61.
- Uzawa, H., (1965) *Optimum technical change in an aggregative model of economic growth*. *International Economic Review* 6, 18-31.
- Yamaguchi, L. C. T.; Araújo, L. F. O. (2005) *Preços de Produto e Insumo no Mercado de Leite: um teste de causalidade*. Disponível em http://www.viannajr.edu.br/revista/eco/down.asp?url=doc/artigo_60002.pdf. Acesso em: 21 de fev. de 2009.
- Wold, H. A. (1954) *Causality and Econometrics*. *Econometrica* 22 (1954), 162-177.

¹ gildemir@gmail.com - O autor agradece a Funcap – Fundo de Amparo a Pesquisa do estado do Ceará e a CAPES por bolsas de doutorado mantidas no período de 2008-2009.

² franciscogd@tcu.gov.br

³ chrocha@unb.br

⁴ eduardo@mkmb.com.br