

Infra-estrutura pública, produtividade e crescimento

PEDRO CAVALCANTI FERREIRA*

Este artigo analisa evidência empírica acerca do impacto de infra-estrutura sobre crescimento da produtividade e do produto. Estimções que usam três diferentes conjuntos de dados — séries temporais para a economia norte-americana, dados em nível de indústria e dados cross-section para países — são estudadas. Apresentamos os principais resultados da literatura e adicionamos novas evidências. Mostramos que as estimativas confirmam a hipótese de que gastos produtivos do governo podem afetar a produtividade pelo lado da oferta. Também apresentamos evidências de que resultados anteriores rejeitando esta hipótese não são robustos a pequenas modificações no modelo.

1 - Introdução

A questão do impacto do capital público e dos gastos em infra-estrutura sobre a produtividade e produto do setor privado e sobre o crescimento econômico tem gerado nos últimos anos uma literatura considerável, com grande ênfase a estimções empíricas utilizando dados norte-americanos e dados *cross-country*. Ao mesmo tempo, um número ainda pequeno mas crescente de artigos [Barro (1990), Barro e Sala-i-Martin (1990), Stokey e Rebelo (1993)] busca investigar teoricamente os efeitos da infra-estrutura pública sobre crescimento e bem-estar.

O presente artigo apresenta uma síntese da literatura empírica. Buscaremos discutir três grupos de resultados, que envolvem diversas metodologias mas que se diferenciam principalmente pelas fontes de dados. Esses dados seriam séries temporais para os Estados Unidos, séries microeconômicas em nível de indústria e *cross-section* para grupos de países. Em todos estes estudos, a infra-estrutura, de uma forma ou de outra, é um componente essencial do processo produtivo. Será modelada, na grande parte dos casos, como um componente separado da função de produção, ao lado de capital físico e trabalho.

Esse tipo de formulação permitirá que se estime a elasticidade do produto em relação ao capital e/ou investimento público. Permitirá também que se estime o impacto sobre o crescimento da produtividade. Nesse último caso os resultados

* Da EPGE — Escola de Pós-Graduação em Economia — da Fundação Getulio Vargas.

mostram que variações na infra-estrutura — estradas, comunicações, saneamento etc. — afetam a evolução da produtividade dos fatores. Aparentemente confirmam conjecturas de que a desaceleração do crescimento da produtividade nos Estados Unidos, verificada a partir de meados da década de 70, pode ser parcialmente explicada pela queda do ritmo dos investimentos públicos que se observou nesse país.

É importante perceber que este debate está distante da discussão sobre o caráter expansionista ou anticíclico dos gastos públicos presente em modelos keynesianos clássicos. Nesse último caso, o governo afeta o nível do produto pelo lado da demanda através do mecanismo multiplicador. Exatamente o oposto ocorre no presente debate em que o efeito dos gastos públicos se faz sentir pelo lado da oferta. Aqui o capital afeta o *retorno* dos insumos privados e desta forma estimula (ou desestimula, quando for o caso) investimento e trabalho.

O mecanismo de transmissão seria o seguinte: para uma dada quantidade de fatores privados, melhores estradas, energia e comunicação abundante e barata elevam o produto final e conseqüentemente implicam maior produtividade dos fatores privados e reduzem o custo por unidade de insumo. A maior produtividade, por sua vez, se traduz em elevação da remuneração dos fatores, o que estimula o investimento e o emprego. O mecanismo da transmissão é, portanto, diametralmente oposto ao mecanismo implícito nos modelos keynesianos, em que o crescimento dos gastos públicos gera uma cadeia de incrementos de consumo e investimento privados que pode ou não afetar o retorno dos fatores.

Este artigo se divide em três seções, além da introdução. Na próxima seção apresentaremos evidências empíricas para a economia norte-americana. Na seguinte discutiremos trabalhos de *cross-section* e na última apresentaremos alguns comentários finais.

2 - O caso norte-americano

As estimativas empíricas para a economia norte-americana podem ser divididas entre aquelas em nível mais agregado e as estimativas microeconômicas em nível de indústria e região.

2.1 - Séries temporais

Entre as estimativas mais agregadas, o artigo pioneiro de Aschauer (1989a) ainda é a referência mais citada na literatura. Nesse artigo estimou-se, usando dados anuais, o impacto do capital público não-militar sobre o produto por unidade de capital privado (“produtividade” do capital) e sobre a produtividade total dos fatores (PTF). Esta última estatística é definida como a razão entre o produto e a contribuição de todos os insumos privados, que no caso são trabalho e capital. Isto é, a produtividade total dos fatores, p_t , é definida por:

$$p_t = Y_t / (K_t^\alpha L_t^\beta) \quad (1)$$

onde Y_t é o produto, L_t é o trabalho e K_t é o capital privado.

Os coeficientes *alpha* e *beta* dão a participação do capital e trabalho no produto, respectivamente. Aschauer, como a grande parte dos artigos desta literatura, parte de uma função de produção Cobb-Douglas, na qual o capital (ou investimento) público é um dos fatores de produção:

$$Y = \exp(z_t) A K g_t^\phi K_t^\alpha L_t^\beta \quad (2)$$

Aplicando-se logaritmos e subtraindo $\alpha \ln K_t + \beta \ln L_t$ de ambos os lados, obtém-se:

$$\ln p_t = C_0 + \phi \ln K g_t + z_t \quad (3)$$

Na expressão acima C_0 é uma constante. De acordo com essa expressão, PTF é função do capital público e de um componente não-modelado, z_t . Impondo-se retornos constantes aos insumos privados ($\beta = 1 - \alpha$) e subtraindo-se $\ln k_t$ de ambos os lados da função de produção logaritmizada, temos:

$$\ln Y_t - \ln K_t = C + (1 - \alpha)(\ln L_t - \ln K_t) + \phi \ln K g_t + z_t \quad (4)$$

Aschauer assume que o resíduo z não é autocorrelacionado (é um *white noise*), o que pode implicar estimações viesadas dada a tendência comum observada nas séries temporais norte-americanas. Na Tabela 1 os resultados da estimação das equações (3) e (4) são apresentados nas colunas dois e um, respectivamente. Outros resultados da literatura, que discutiremos posteriormente, também foram incluídos.

Os resultados obtidos por Aschauer mostram uma forte relação entre o capital público (Kg) e a produtividade do capital ($Y - K$) e também a produtividade total dos fatores (P). Nesse último caso as estimativas mostram que um aumento de 1% no nível do capital público implica um incremento entre 0,35 e 0,49%, dependendo da especificação do modelo, da PTF. Por outro lado, estima-se que a elasticidade do produto por unidade de capital público esteja entre 0,36 e 0,39: o aumento da produtividade do capital é 1/3 de qualquer elevação do capital público. Munnell (1990b) utilizando dados e um modelo semelhante obtém estimativas do impacto do capital público sobre produtividade e produto da mesma ordem de magnitude.

Essas estimativas são bastante otimistas quanto à influência produtiva do capital público, confirmando a hipótese de que infra-estrutura pública é um importante determinante de produtividade do setor privado.

TABELA 1

Estimativas do impacto do capital público na economia norte-americana

Equações e métodos	Aschauer		Ferreira		Nadiri e Mamuneas
	(1) OLS	(2) OLS	(3) NLTOLS	(4) OLS	(5) OLS
Variáveis dependentes	<i>Y-K</i>	<i>P</i>	<i>Y</i>	<i>DP</i>	<i>DP</i>
<i>Cte</i>	-2,42 (-21,58)	-3,87 (-9,56)	0,12 (-0,65)	0,003 (0,4)	-0,41 (4,25)
<i>Kg</i>	0,35 (16,79)	0,49 (14,54)	0,08 (2,75)		
<i>L</i>	0,35 (4,85)		0,58 (3,12)		
<i>K</i>			0,16 (1,65)		
<i>u</i>	0,43 (12,28)	0,35 (18,70)			
<i>Dkg</i>				0,09 (3,33)	0,292 (8,41)
<i>DR</i>					0,248 (4,02)
<i>PIN</i>					-0,47 (1,41)
<i>RHO</i>			0,997 (54,41)		
<i>t</i>	0,008 (4,62)	0,002 (-1,45)			0,17 (4,68)
<i>R²</i>	0,976	0,993	0,997	0,14	0,263
<i>SER</i>	0,008	0,008	0,007	0,007	n.d.
<i>F</i>	n.d.	n.d.	70002	11,2	n.d.

NOTAS: Valores entre parênteses são estatísticas *t*; *Kg* = capital público nas equações 1 e 2, investimentos públicos na equação 3; *L* = horas trabalhadas, horas trabalhadas-estoque capital na equação 1; *K* = estoque de capital privado, renda disponível defasada na equação 3; *u* = utilização da capacidade instalada; *DR* = taxa de crescimento dos gastos públicos em pesquisa e desenvolvimento; *PIN* = taxa de crescimento dos fatores privados (ponderados pela participação do produto); n.d. = não-disponível.

Entretanto, algumas qualificações se fazem necessárias, especialmente em face dos elevados valores estimados. Entre outras coisas, esses valores implicam a elasticidade-produto do capital privado (k), entre 0,30 e 0,33, ser inferior à elasticidade-produto do capital público, um resultado pouco intuitivo.

Uma das fontes do problema dessas regressões estaria no fato de elas não levarem em conta questões de simultaneidade entre as variáveis independentes e a variável dependente. Como é sabido, este tipo de erro na formulação do modelo pode causar viés nos coeficientes estimados, o que ainda é fortalecido aqui por ter o autor assumido que os resíduos não são autocorrelacionados. Adicionalmente, as estimativas são todas em nível. Isto implica regressões espúrias em que a tendência comum entre as variáveis faz com que a relação entre as séries seja superestimada.

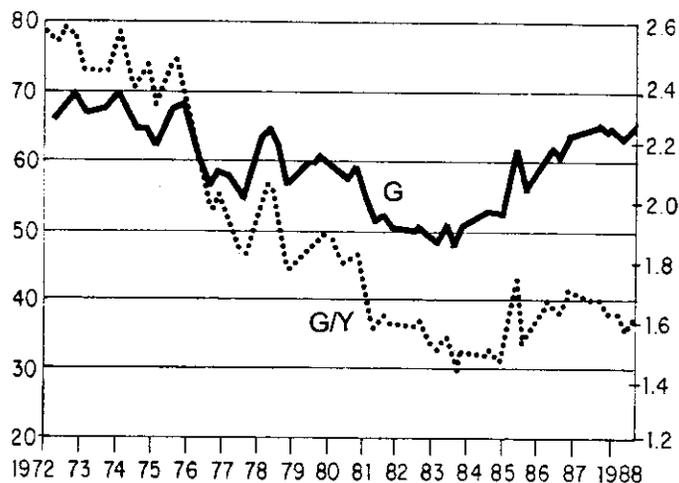
Esses dois problemas são levados em conta em Ferreira (1993), no qual os determinantes do capital e trabalho são explicitados. Usando técnicas de equações simultâneas e estimando taxas de variações em alguns casos, chega-se a resultados ainda positivos mas a magnitudes bem inferiores para dados semelhantes a Aschauer. O impacto estimado de variações no capital público sobre taxa de crescimento da produtividade total dos fatores é agora somente 0,11: um aumento de 1% no estoque de infra-estrutura e equipamentos leva a produtividade a aumentar somente 0,11% e não meio ponto percentual como em Aschauer. A estimativa da elasticidade do produto em relação aos investimentos públicos também cai significativamente: era cerca de 0,39 em Aschauer (1989a) e em Ferreira (1993) o resultado é de somente 0,08.

Embora de magnitudes modestas quando comparadas com resultados anteriores da literatura, ainda assim essas estimativas sustentam a hipótese de que o capital público afeta positivamente o crescimento da produtividade na economia. Elas dão sustentação à hipótese levantada por alguns economistas [Morrison e Schwartz (1992), por exemplo] de que a queda do ritmo de investimentos públicos nos Estados Unidos nas décadas de 70 e 80 pode explicar parte da desaceleração do crescimento da produtividade que se verifica nesse país a partir de 1974. A produtividade da mão-de-obra norte-americana cresceu em média 2% a.a. entre 1950 e 1970 mas somente 0,8% entre 1971 e 1985. Por outro lado, gastos em infra-estrutura e equipamentos como proporção do PIB caíram de 2,6 para 1,5% entre 1972 e 1983. Pelos nossos números uma redução de 10% no ritmo de crescimento dos investimentos públicos implica redução de 1% no ritmo de crescimento da produtividade total dos fatores, o que é compatível com o ocorrido na economia norte-americana.

O gráfico a seguir apresenta a evolução dos gastos reais em infra-estrutura (G) e dos gastos em infra-estrutura como proporção do PIB (G/Y). Note-se que G possui uma clara tendência decrescente até 1984, quando a tendência se inverte. Já a razão gastos/PIB apresenta uma ligeira reversão de tendência em 1985, mas volta a cair em 1987. A tendência para o período 1972/88 como um todo é claramente negativa.

As evidências em nível agregado em séries temporais não se restringem aos Estados Unidos. Também na Europa, a redução dos investimentos públicos ajuda a explicar, juntamente a choques oriundos do setor externo, a queda da taxa de crescimento do produto e emprego verificada a partir da segunda metade da década de 70. Westerhout e Von Sinderen (1992) calculam que o declínio do investimento

**Gastos em infra-estrutura e gastos como proporção do PIB
(Estados Unidos 1972-1 a 1988-4)**



público foi o principal fator por trás da queda na formação de capital na Holanda entre 1974 e 1982. Isto se dá mesmo com a redução verificada nas contribuições sociais tarifárias, o que estimula o investimento privado. Da mesma forma, o crescimento da participação dos gastos em consumo nos gastos públicos totais, com a conseqüente redução da participação ou investimentos, contribuiu também para a redução do crescimento do emprego e do produto.

2.2 - Dados microeconômicos

As estimativas com dados mais desagregados também confirmam a hipótese de que investimentos públicos possuem relevante impacto produtivo e afetam retornos privados.

Nadiri e Mamuneas (1991) trabalham com dados ao nível de indústria (dois dígitos, na classificação do Departamento de Comércio) e medem não só o efeito de infra-estrutura, mas também de pesquisa e desenvolvimento financiados pelo governo. Ao contrário dos artigos analisados anteriormente estimam uma função custo dual à função de produção, na qual pesquisa e desenvolvimento financiados pelo governo, e não só infra-estrutura, é um dos argumentos.

Embora os efeitos sobre a estrutura de custo variem de indústria a indústria e também ao longo do tempo, a função-custo de todas as indústrias é sempre deslocada para baixo quando os investimentos públicos aumentam. Isto implica aumento da produtividade para uma dada quantidade de fatores. Adicionalmente, Nadiri e Mamuneas mostram que aumentos de investimento tanto em infra-estrutura quanto em pesquisa e desenvolvimento provocam uma redução na demanda total de fatores, o que se configura em uma outra fonte de economia de recursos para o setor privado.

A Tabela 2 a seguir reproduz as Tabelas 3 e 4 do trabalho de Nadiri e Mamuneas.

As estimativas da elasticidade-custo em relação a gastos de infra-estrutura possuem o sinal correto e são sempre significativas. Seus valores variam entre -0,109 para o setor de maquinaria e -0,227 para petroquímica. Já as elasticidades-custo dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento, embora também significativas, são de magnitudes inferiores (a estimativa para a indústria petroquímica possui o sinal oposto ao esperado), indo de -0,031 para indústria de vidraria e correlatos a -0,050 para o setor de maquinaria. Em outras palavras, aumentos em investimentos públicos provocam incrementos de produtividade nessas indústrias, o que se refletirá em

TABELA 2

Elasticidade-custo por indústria (1956/86)

(Dados norte-americanos)

	Serviços de capital em infra-estrutura	Estoque de capital em pesquisa e desenvolvimento
Alimentação	-0,133	-0,041
Papel	-0,150	-0,035
Química	-0,160	-0,032
Petroquímica	-0,227	0,009*
Plásticos	-0,143	-0,035
Vidros	-0,157	-0,031
Metais primários	-0,119	-0,046
Metalúrgica	-0,123	-0,039
Maquinaria	-0,109	-0,050
Equipamentos elétricos	-0,118	-0,046
Transporte	-0,129	-0,041
Instrumentos científicos	-0,117	-0,047

FONTE: Nadiri e Mamuneas (1992).

* De 1975 a 1985, a elasticidade média foi -0,02.

queda do custo por unidade de fatores. Um aumento de 10% em investimentos em infra-estrutura se traduzirá na média em reduções em torno de 1,5% dos custos, enquanto igual aumento percentual nos gastos em pesquisa financiados pelo governo se traduz em reduções de, em média, 0,36% dos custos.

A intuição para esse resultado, bem como para os anteriores, é simples. Um aumento do ritmo de investimentos, e conseqüentemente um aumento do estoque de infra-estrutura, significa em termos práticos mais estradas, portos, telefonia e energia por unidade de fatores privados. Isto faz supor, por exemplo, que as colheitas serão beneficiadas mais eficientemente, transportadas e embarcadas de forma mais rápida. Que as comunicações entre empresas serão mais baratas e de superior qualidade. Significa, em suma, que a mesma quantidade de serviços dos insumos privados produzirá, numa dada unidade de tempo, um fluxo maior de produto. Ou, o que vem a ser o mesmo, que a produtividade destes fatores se elevará. Maior produtividade, obviamente, significa menor custo unitário.

Os valores encontrados, como já mencionamos, são inferiores à grande parte das estimativas que usam dados mais agregados. Entretanto, quando estimam diretamente o impacto das variáveis governamentais sobre crescimento da produtividade total dos fatores, as elasticidades “agregadas” são notadamente superiores: 0,292 e 0,248 para elasticidade em relação a infra-estrutura e P&D, respectivamente, como se pode ver na Tabela 1.

Morrison e Schwartz (1992) trabalham com uma estrutura teórica semelhante. Utilizam um painel de dados industriais por regiões e chegam a resultados próximos a Nadiri e Mamuneas. Trabalhando também com regressões baseadas no lado dos custos do crescimento produtivo, estimam que o preço-sombra do capital público, que reflete redução proporcional dos custos comparados aos custos totais, varie entre 15 e 30%, dependendo da região e período. Mostram também que o impacto sobre a produtividade total dos insumos é positivo e significativo.

Ainda em referência à experiência norte-americana, existem alguns outros artigos que merecem menção, entre eles alguns que não encontram nenhuma relação quantitativa entre a acumulação de capital do setor público e produtividade do setor privado. Holtz-Eakin (1992) estima funções de produção em nível estadual, controlando por características específicas dos estados, e não encontra nenhum papel para os gastos públicos na evolução da produtividade privada. Esse também é um resultado encontrado por Hulten e Schwab (1984 e 1991) para dados industriais agregados e em nível regional, respectivamente. Por outro lado, Munnell (1990b) e Holtz-Eakin (1989) também trabalham com dados estaduais e encontram resultados diferentes destes últimos, já que mostram nesses artigos que capital público efetivamente aumenta a produtividade do setor privado.

3 - Evidências em dados *cross-section*

A queda no ritmo de crescimento da produtividade não é um fenômeno restrito somente aos Estados Unidos, mas atinge também, por exemplo, o conjunto dos países

do Grupo dos Sete. O crescimento da produtividade nesses países foi em média 4% durante o período 1960/68, 3,2% entre 1968 e 1973, 1,4% entre 1973 e 1979 e 1,5% entre 1979 e 1986. Em todos esses países a taxa de crescimento da produtividade nos anos 70 e 80 foi pelo menos 50% inferior à taxa de crescimento durante os anos 60.

Ao mesmo tempo verifica-se um deslocamento dos gastos públicos de investimentos para consumo, nesse mesmo grupo de países. A razão investimentos públicos/PIB cai de 3,1 para 1,5% na Alemanha, de 3,5 para 1,6% na França e de 3,9 para 1% na Inglaterra, entre 1967 e 1985. Somente no Japão essa razão aumenta, enquanto na Itália se mantém relativamente constante.

Se, como já vimos, capital público (infra-estrutura) é um fator vital para o processo produtivo, essa redução observada na participação dos investimentos públicos no PIB e nos orçamentos governamentais pode ajudar a explicar o declínio produtivo dos países do grupo industrial e de outros países que enfrentam problemas semelhantes. Aschauer (1989b) usa dados do Grupo dos Sete entre 1966 e 1985 para medir o impacto produtivo dos investimentos públicos. A equação estimada, derivada a partir de uma função de produção Cobb-Douglas, é dada por:

$$Dp_t = C_0 + C_1 Dl_t + C_2 ir_t + C_3 gi_t + C_4 Du_t \quad (5)$$

onde p é a produtividade do trabalho (e não a produtividade total dos fatores, como antes), ir é a razão entre investimentos privados e produto, gi é a razão entre investimentos públicos e produto e u é a utilização da capacidade. Usa-se ir e não taxa de crescimento do capital privado devido à inexistência na época de dados para capital. Entretanto, admitindo que a relação entre as duas variáveis é dada por $ir = (K/Y)^{\alpha} DK$, se a razão capital/produto for estável, ir é uma boa *proxy* de DK . A estabilidade de K/Y é, entretanto, duvidosa e isto pode explicar alguns problemas dessas estimações. A Tabela 3 a seguir apresenta as estimações de Aschauer (1989b) bem como as de Ferreira (1993).

A primeira coluna apresenta estimativa da equação (5), enquanto a segunda adiciona o efeito do consumo público sobre o crescimento da produtividade (DCP). Em ambas as regressões, o coeficiente dos investimentos públicos é significativo a 5% e bastante forte, sendo inclusive superior ao efeito da acumulação de capital privado. Por outro lado, de acordo com resultados da coluna 2, aumentos na razão consumo público/produto diminuem a produtividade, já que crescimento de 10% em DCP provoca uma queda na produtividade de 0,13%.

De forma semelhante, os resultados apresentados na coluna 3 revelam que o efeito do capital privado sobre o crescimento do produto é inferior ao impacto do capital público. Essa coluna reproduz uma estimativa de Ferreira (1993) para 66 países usando dados de fontes diversas, entre elas Summers e Heston (1991) e Benhabib e Spiegel (1992). Nesse caso Dkg e Dk são efetivamente crescimento do capital público e privado, respectivamente, e não a razão investimento/produto, como em Aschauer (1989b).

TABELA 3

Estimativas usando dados em cross-section

Equações e métodos	Aschauer		Ferreira		
	(1) OLS	(2) OLS	(3) OLS	(4) 2SLS	(5) OLS
Variáveis dependentes	<i>Y-L</i>	<i>Y-L</i>	<i>DY</i>	<i>Y</i>	<i>DP</i>
<i>C</i>	0,21 (-0,51)	-0,21 -0,54	0,16 (3,10)	1,23 (2,66)	0,02 (0,32)
<i>DKg</i>	0,44 (3,38)	0,34 (2,42)	0,26 (4,50)		0,21 (3,03)
<i>DK</i>	0,22 (3,06)	0,12 (1,72)	0,17 (3,08)		
<i>DL</i>	-0,29 (3,22)	-0,35 (4,37)	0,07 (0,30)		
<i>DM</i>	1,28 (8,00)	1,51 (10,06)			
<i>DCP</i>		-0,13 (2,17)			
<i>G</i>				0,24 (4,18)	
<i>K</i>				0,75 (12,41)	
<i>L</i>				0,01 (0,25)	
<i>DPOP</i>					-0,48 (-2,34)
<i>R</i> ²	0,58	0,58	0,54	0,86	0,15
<i>SER</i>	1,57	1,55	0,17	0,35	0,18
<i>F</i>	n.d.	n.d.	21,80	12,87	5,56

NOTA: Valores entre parênteses são estatísticas t. A explicação das variáveis está no texto do artigo.

n.d. = não-disponível.

O que se fez nessa última estimação foi basicamente um tradicional exercício de contabilidade de crescimento. Foram aplicados logaritmos a uma função de produção Cobb-Douglas ampliada pela presença de capital privado e em seguida subtraiu-se a mesma equação defasada até o período inicial. Isto é, estimou-se a seguinte equação:

$$\begin{aligned} \log Y_t - \log Y_0 = & \log A_t - \log A_0 + C_1 (\log K_{g_t} - \log K_{g_0}) + \\ & + C_2 (\log L_t - \log L_0) + C_3 (\log K_t - \log K_0) \end{aligned} \quad (6)$$

Nesse caso, e em outras estimações não reportadas aqui, a contribuição do crescimento do capital público ao crescimento econômico flutua em torno de 0,26 e, como em Aschauer (1989b), é superior à contribuição do capital privado. Entretanto, como nas estimativas para séries temporais, o problema de simultaneidade entre variáveis independentes e as dependentes pode estar ocorrendo aqui, o que viesaria os coeficientes estimados.

A regressão apresentada na coluna 4 da Tabela 3 é uma tentativa de correção desse problema. Nela os determinantes de capital privado e do trabalho são levados em conta e fazem parte de um modelo simples de equilíbrio geral, no qual os gastos públicos produtivos são um integrante da função de produção. O coeficiente estimado dessa última variável, 0,24, não está muito distante das estimativas anteriores. Entretanto, esse valor é agora 1/3 somente do coeficiente do capital privado, aumentando a suspeita de viés nas estimativas reportadas nas colunas 1 a 3.

Um resultado bastante importante obtido nessa regressão está relacionado às novas teorias de crescimento endógeno. Note-se que o coeficiente do capital implica a elasticidade estimada ser superior à participação do capital no produto, que é de aproximadamente 1/3 nos países desenvolvidos. Ela é superior nos países do Terceiro Mundo, sem alcançar contudo os valores estimados em Ferreira (1993), que variam entre 0,75 e 0,91 em outras regressões não reportadas na presente resenha. Esse resultado confirmaria a hipótese de Romer (1987) de que o capital teria efeitos externos e o retorno privado seria inferior ao retorno social. Esse fenômeno possibilitaria, por sua vez, crescimento endógeno sustentável e implica não-convergência a um estado estacionário e conseqüentemente a persistência das desigualdades entre países.

Finalmente, a coluna 5 mostra o impacto da acumulação do capital público na determinação do crescimento da produtividade e seu impacto no crescimento econômico de longo prazo. Segundo esse resultado, elevações do capital público implicam elevações proporcionais de 20% na taxa de crescimento da produtividade total dos fatores, ligeiramente superior aos resultados para dados norte-americanos.

Tendo em conta as novas teorias de crescimento, esse resultado faz supor que diferenças na taxa de crescimento entre países podem ser explicadas não só por acumulação de capital humano, como em Lucas (1988 e 1993), ou por inovação tecnológica, como em Romer (1990), distorções tarifárias, como em Rebelo (1991),

ou mesmo por estabilidade política e distribuição de renda, como em Benhabib e Rutichini (1991). De acordo com nossos resultados, diferenças em crescimento podem ser explicadas também por diferentes ritmos de investimento em infra-estrutura.

Em artigo recente, Easterly e Rebelo (1993) constroem uma série consolidada de investimento público para dados *cross-country*. Eles adicionam dados de empresas estatais, que são responsáveis por investimentos em infra-estrutura em muitos países, à série de investimento do setor público. Com isso buscam medir com mais exatidão o impacto dos investimentos efetivamente empreendidos pelo governo como um todo. Constroem então médias decenais com esses dados que entrarão em regressões de médias decenais de crescimento *per capita* utilizando dados em painel.

Os resultados estão sujeitos às mesmas críticas que faremos a seguir a Barro (1991) e Levine e Renelt (1992), pois incluem sem qualquer justificativa teórica um número grande de variáveis de controle, *e.g.*, nível inicial da renda, medidas de nível educacional etc. Entretanto, por desagregarem investimento público por setores, adicionam uma nova dimensão à análise.

Seus principais resultados são:

a) investimento em transporte e comunicação parece ser consistentemente correlacionado com crescimento e possui coeficiente elevado (entre 0,59 e 0,66);

b) investimento das estatais aparentemente não tem qualquer efeito sobre crescimento e seu coeficiente nas regressões é sempre negativo mas não significativo. Esse nos parece o resultado mais surpreendente dessas estimações;

c) investimento do setor público (menos estatais) é consistentemente correlacionado com crescimento e também com investimento privado, com coeficiente acima de 0,3 no primeiro caso e perto de 1 no segundo;

d) quando os autores tentam corrigir causalção inversa utilizando variáveis instrumentais, o efeito de transporte e comunicação sobre crescimento é ainda positivo, mas os coeficientes estimados são excessivamente altos. Eles estimam um coeficiente de 2 para investimento em transporte e comunicação e 0,7 para investimento do setor público. Esse último resultado está de acordo com parte dos trabalhos empíricos em infra-estrutura pública, *e.g.*, Aschauer (1989b), mas não com Ferreira (1993), no qual os coeficientes estimados variam entre 0,09 e 0,23.

Barro (1991) e Levine e Renelt (1992) apresentam evidências que contradizem as estimativas que viemos examinando até esse ponto. Nos dois artigos utilizou-se um *cross-section* de países para estimar o impacto de diversas variáveis independentes (taxa de escolaridade, renda inicial etc.) sobre a taxa de crescimento de cada um desses países. A técnica de estimação utilizada foi a de mínimos quadrados. Ambos os artigos rejeitam a hipótese de impactos produtivos da infra-estrutura pública.

Esses resultados, entretanto, não resistem a um exame mais rigoroso, estando sujeitos a sérias qualificações. A primeira crítica está na própria arbitrariedade de se reunir diversas variáveis numa mesma equação sem qualquer respaldo teórico. Romer (1993) mostra que, dependendo do modelo que se utilize para deduzir formas

finais como as estimadas por Barro (1991), o mesmo resultado em estimações de *cross-section* pode ter interpretações conflitantes e contraditórias.

A crítica mais importante porém é que esse resultado não é robusto para pequenas alterações na especificação da equação estimada. Por exemplo, consideremos, seguindo Barro (1990), que o efeito de g (a razão investimento público/produto) sobre o crescimento do produto não seja linear mas quadrático e a partir de algum valor g^* o efeito da variável sobre crescimento mude de sinal e passe a ser negativo. Em outras palavras, haveria um esgotamento do efeito de g . Utilizando uma forma funcional que reproduza esse efeito, as estimativas não rejeitariam mais a hipótese de que gastos públicos como proporção do produto afetam o crescimento do produto.

Na Tabela 4 a seguir, a equação (1) reproduz a equação 28 da Tabela 4 de Barro (1991) [algumas variáveis de controle foram retiradas sem contudo afetar o resultado final]. Note-se que, embora possua o sinal correto, a estimativa para g não é significativa, o que levou o autor a rejeitar a hipótese do impacto de g sobre crescimento do produto. Entretanto, ao mudarmos a forma em que g entra na equação (é agora basicamente um "U" invertido), seu efeito passa a ser significativo. Pelos valores encontrados na equação (2), o efeito máximo se dá aproximadamente quando $g = 1/20$, que é superior à média da amostra. Para valores superiores a 0,05 decai até ser zero em $g = 1/10$.

TABELA 4

Variável dependente: crescimento do produto entre 1960 e 1985

Equação	C	Y60	Prim60	Sec60	g	g ²
(1)	-0,01 (-0,05)	-0,006 (-4,00)	0,026 (2,85)	0,036 (2,69)	0,17 (1,64)	
	R ² =0,297	SER=0,015		F=7,52		
(2)	-0,015 (-1,85)	-0,007 (-4,58)	0,025 (2,87)	0,037 (2,87)	1,18 (3,27)	-11,85 (-2,91)
	R ² =0,373	SER=0,014		F=8,35		

Uma última crítica não menos importante é que a série utilizada para medir o impacto de investimento público sobre taxas de crescimento não implica necessariamente qualquer causalidade. Ambos os artigos utilizam a média da razão entre investimentos públicos reais e GDP real. Entretanto, não há motivo sensível para que esta razão, e muito menos sua média para 1970/85 como faz Barro, afete a taxa de crescimento do produto entre 1960 e 1985, que é a variável independente de Barro. Primeiro, e mais importante, é que se investimentos públicos provocam movimentos no produto, pode ser o caso em que a razão investimentos PNB se mantenha constante simplesmente porque as duas variáveis crescem a taxas semelhantes, uma vez que o produto segue investimentos públicos. O que se quer saber é o impacto que o crescimento dos gastos em infra-estrutura tem sobre o crescimento do PIB e da produtividade, ou como movimentos no nível de um afeta o nível do outro. O segundo argumento é que em várias das estimativas a razão investimentos totais [(investimento público + investimento privado)/produto] também está presente como variável independente. Isto, obviamente, provoca colinearidade entre essas variáveis independentes (investimentos públicos sobre produto e investimentos totais sobre produto), podendo provocar inconsistência dos coeficientes estimados e conseqüentemente retirar qualquer confiança sobre a exatidão dos valores estimados.

4 - Comentários finais

Nesta nota examinamos parte da recente literatura econômica que busca estudar e estimar o impacto do capital público e/ou dos gastos em infra-estrutura sobre o crescimento do produto e da produtividade. Embora os dados sejam de origem bastante diversa e as técnicas de estimação também variadas, os resultados em sua maioria apontam para importantes relações entre produtividade, crescimento econômico e capital público.

A consistência entre os diversos resultados sugere duas direções de pesquisa. Por um lado, utilizar técnicas econométricas de séries temporais mais avançadas para analisar os dados norte-americanos, uma vez que foram levantados problemas às técnicas utilizadas até agora pela literatura. Por outro lado, estender esta linha de pesquisa à economia brasileira. Como é sabido, os investimentos públicos vêm caindo rapidamente nos últimos anos. Se o que se estimou para o resto do mundo também for verdade para o Brasil, este declínio nos gastos em infra-estrutura pode ter tido sério impacto sobre o crescimento da produtividade e do produto.

Abstract

This paper analyzes the empirical evidence of the impact of public infrastructure over productivity and output growth. Estimates from three different classes of data samples — time series data for the U.S., micro data for U.S. industries and cross-country data — are studied. We present the

main results of the literature and add some new evidence. We show that the estimates confirm the hypothesis of a supply side role for government affecting productivity. We also present evidence that previous results rejecting this hypothesis are not robust to small changes in the model being tested.

Bibliografia

- ASCHAUER, D. Is public expenditure productive? *Journal of Monetary Economics*, v.23, p.177-200, Mar. 1989a.
- . Public investment and productivity growth in the group of seven. *Economic Perspectives*, v.13, n.5, p.17-25, 1989b.
- BARRO, R. J. Government spending in a simple model of endogenous growth. *Journal of Political Economy*, v.98, p.S103-S125, 1990.
- . Economic growth in a cross section of countries. *Quarterly Journal of Economics*, v.106, p.407-443, May 1991.
- BARRO, R., SALA-i-MARTIN, X. *Public finance in models of economic growth*. 1990, (NBER Working Paper nº 3362).
- BENHABIB, J., RUSTICHINI, A. *Social conflict, growth and income distribution*. Manuscript, New York University, 1991.
- BENHABIB, J., SPIEGEL, M.M. *The role of human capital and political instability in economic development*. New York University, 1992, manuscript.
- EASTERLY, W., REBELO, S. *Fiscal policy and economic growth: and empirical investigation*. The World Bank, 1993, mimeo.
- FERREIRA, P. C. *Essays on public expenditures and economic growth*. University of Pennsylvania, 1993 (Ph.D. Dissertation).
- HOLTZ-EAKIN, D. *The spillover effects of state-local capital*. Columbia University, 1989, manuscript.
- . *Public-sector capital and productivity puzzle*. 1992 (NBER. Working Paper, 4.122).
- HULTEN, C., SCHWAB, R. Regional productivity growth in U.S. manufacturing: 1951-1978. *American Economic Review*, v.74, p.152-162, 1984.
- . *Public capital formation and growth of regional manufacturing industries*. University of Maryland, 1991, mimeo.

- LEVINE, R., RENELT, D. A sensitivity analysis of cross-country growth regressions. *American Economic Review*, v.82, p.942-963, Sep. 1992.
- LUCAS, R. On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, v.22, p.3-42, 1988.
- . Making a miracle. *Econometrica*, v.61, p.251-272, 1993.
- MORRISON, C. J., SCHWARTZ, A. E. *State infrastructure and productive performance*. 1992 (NBER. Working Paper, 3.981).
- MUNNELL, A. H. How does public infrastructure affect regional economic performance. *New England Economic Review*, p.11-32, Sep. 1990b.
- NADIRI, M. I., MAMUNEAS, T. P. *The effects of public infrastructure and R&D capital on the cost structure and performance of US manufacturing industries*. New York University, 1991, manuscript.
- REBELO, S. Long run analysis and long run growth. *Journal of Political Economy*, v.99, p.500-521, 1991.
- ROMER, P. *Crazy explanations for the productivity slowdown*, v.1, p.163-201, 1987. (NBER. Macroeconomics Annual).
- . Endogenous technological change. *Journal of Political Economics*, v.98, p.S71-S102, 1990.
- . *Idea gaps and objects gaps in economic development*. 1993 (Paper prepared for the World Bank Conference: How do national policies affect long-run growth?).
- STOKEY, N. L., REBELO, S. *Growth effects of flat-rate taxes*. University of Chicago, 1993, manuscript.
- SUMMERS, R., HESTON, A. The penn world table: an expanded set of international comparisons, 1950-1988. *Quarterly Journal of Economics*, v.106, p.327-368, May 1991.
- WESTERHOUT, E. W. M. T., SINDEREN, J. von. *The contribution of tax and expenditure policies to economic growth in the Netherlands: an empirical analysis*. Netherlands, Ministry of Economic Affairs, 1992 (Discussion Paper, 9.201).

(Originais recebidos em maio de 1994. Revisos em junho de 1994.)