

# INVESTIMENTOS EM INFRA-ESTRUTURA E CRESCIMENTO ECONÔMICO NO BRASIL

Ignácio Tavares de Araújo Júnior\*

**Resumo:** Este estudo investigou a relação entre investimentos em infra-estrutura e crescimento econômico no Brasil. No decorrer do texto, apresentam-se alguns aspectos teóricos e sobre tal relação destacando alguns dos canais através dos quais novos equipamentos de infra-estrutura podem afetar as taxas de crescimento da economia. Ademais, apresentaram-se evidências empíricas para a economia brasileira confirmando os impactos positivos de um aumento do estoque de infra-estrutura sobre o crescimento econômico e a produtividade no Brasil. Por fim, empregando um modelo de equilíbrio geral computável dinâmico calibrado para a economia brasileira, simulou-se um aumento transitório em 1% na relação investimento público em infra-estrutura-PIB e observaram-se os seus efeitos sobre a taxa de crescimento econômico do produto no curto, médio e longo prazo. Os resultados mostram um maior efeito desse choque sobre a taxa de crescimento da economia no longo prazo, devido em grande parte ao aumento da velocidade de acumulação de capital da economia. Simulando o mesmo aumento nas despesas correntes do governo, nota-se que os efeitos sobre o crescimento econômico e sobre o investimento privado são bem mais modestos.

**Palavras-chave:** Infraestrutura. Crescimento econômico. Modelos de equilíbrio geral.

**Abstract:** This research investigated the effects of infrastructures investments on economic growth in Brazil. Some theoretical aspects are presented enhancing some of the channels

---

\* Universidade Federal da Paraíba.

through which new infrastructure equipment can affect economic growth. Moreover, empirical evidences for the Brazilian economy had been presented confirming the positive impacts of an increase of the infrastructure equipments on the economic growth and the productivity in Brazil. Simulations, using a computable general equilibrium model, indicates that an increasing on infrastructure investments generates higher GDP growth rates in the long run a public consumption purchases augmentation, does not generate expressive impacts nor on GDP.

**Keywords:** Infrastructure. Economic growth. General equilibrium models.

## 1 – Introdução

O aumento do estoque de infra-estrutura contribui diretamente para a evolução do valor adicionado por constituir um produto final mensurável. Entretanto, sua maior contribuição para o desenvolvimento econômico pode ser verificada examinando os efeitos indiretos que pode proporcionar, ao elevar a produtividade dos fatores de produção. A nova teoria do crescimento econômico destaca que as infra-estruturas são responsáveis por externalidades positivas. Elas estimulam as decisões de investimento privado, resultando numa aceleração do crescimento de longo prazo. Uma série de evidências empíricas corrobora tais afirmações. Ramirez (1994) assinala que os investimentos em infra-estrutura, com seus potenciais efeitos *spillover*, são necessários para viabilizar taxas ótimas de investimento privado e de crescimento econômico. Cardoso (1993), estudando os determinantes dos investimentos privados na América Latina, exhibe resultados que indicam a existência de uma relação de complementaridade entre investimento privado e investimento público nessa região. Os seus números revelaram

que um aumento de 1% na participação do investimento público no PIB eleva a participação do investimento privado no PIB em mais de meio ponto percentual. Nesse sentido, o investimento público<sup>4</sup> não é interpretado apenas como um “multiplicando”, gerador de crescimento econômico através da expansão da demanda agregada, como prevê os Keynesianos. Atribui-se a ele uma dimensão produtiva capaz de gerar crescimento de longo prazo orientado, essencialmente, pela oferta.

No Brasil, à exceção dos serviços de telecomunicações, o estado é o grande responsável pela provisão de infra-estrutura. Isso acontece, em parte, devido à presença de falhas de mercado nesse setor e, por outro, lado a ausência de marcos regulatórios que garantam os direitos dos que queiram explorar os equipamentos de infra-estrutura desencoraja investimentos privados nessa área. Embora seja reconhecido o importante papel desempenhado pelos investimentos em infra-estrutura no processo de desenvolvimento econômico, nos últimos anos assistiu-se uma diminuição dos investimentos em capital público no Brasil. Ilustrando esse cenário, durante a década de 70 a relação entre os investimentos públicos e o PIB que era de, em média, 5,42%. Esse número caiu para menos de 2% após o ano 2000. Ferreira & Maliagos (1998) especulam que essa redução das inversões em infra-estrutura talvez tenha sido a grande responsável pela queda de produtividade da economia brasileira, observada no decorrer da década de 80. A fraca performance da economia brasileira dos últimos anos e a sua atual incapacidade de crescer à taxas mais elevadas é justificada, em parte, por essa redução dos investimentos públicos. Por esse motivo, o governo brasi-

---

<sup>4</sup> Assim como Ramirez (1994) e Rioja (1999) consideraram, investimento público, nesta tese, é sinônimo de investimento em infra-estrutura. Em uma *survey* de trabalhos que investigam esse tema, Gramlich (1994) constatou que o estoque de capital público pode ser entendido como uma definição mais ampla de infra-estrutura. Ele afirma que a maioria dos estudos empíricos envolvendo o estoque de infra-estrutura faz uso do estoque de capital público

leiro está revendo os rumos de sua política fiscal, analisando, entre outros aspectos, a composição dos gastos públicos entre despesas correntes e investimentos públicos.

Dado o exposto, novos investimentos em infra-estrutura no Brasil poderiam ao mesmo tempo melhorar a performance da economia e poderiam também amenizar o quadro persistente de pobreza pelo qual passa o país. Neste artigo, busca-se mensurar efeitos de um aumento dos investimentos públicos em infra-estrutura em variáveis como produto, investimento privado, Para realçar os resultados encontrados, far-se-á uma comparação com os advindos de um aumento das despesas correntes da administração pública. Comparando os impactos de um aumento dos gastos em infra-estrutura com os impactos de um incremento das despesas correntes do governo, pode-se verificar quão produtiva é cada uma dessas alocações de recursos públicos, no sentido de serem capazes de aumentar as taxas de crescimento econômico e elevar a renda das famílias.

Esse estudo é contrafactual e será conduzido utilizando um modelo de equilíbrio geral computável dinâmico. Com essa metodologia pode-se contemplar, simultaneamente, os efeitos desses choques econômicos sobre o nível de produção dos setores de atividade econômica e sobre a estrutura de demanda dos agentes institucionais domésticos e externos. Importantes aspectos do processo de geração de renda, originados desse choque, podem ser contemplados nesse tipo de modelo. Dentre eles, destacam-se as inter-relações dinâmicas da razão capital/trabalho com as demais variáveis da economia, como os salários e renda das famílias.

A próxima seção apresenta alguns aspectos da relação entre infra-estrutura e crescimento econômico. Na seção seguinte, descreve-se a metodologia a ser empregada para conduzir as simulações propostas. Trata-se de um modelo de equilíbrio geral computável dinâmico, calibrado para o ano-base de 2002. Na terceira seção, serão apresentados os procedimentos para cons-

trução da base de dados e será descrita a forma de obtenção de alguns dos parâmetros de tal modelo. Na quarta seção, serão exibidos e comentados os resultados das simulações sobre um conjunto de variáveis econômicas de interesse do presente estudo como produto, investimento privado. Na última seção, serão apresentadas as conclusões do estudo.

## **2 – Infra-estrutura e crescimento econômico**

Os equipamentos de infra-estrutura contribuem para o desenvolvimento através do aumento da produtividade dos fatores e através da provisão de amenidades que melhoram a qualidade de vida dos indivíduos. Segundo Ferreira (1996), o mecanismo de transmissão é simples, sendo orientado pelo lado da oferta agregada. Para uma dada quantidade de fatores de produção privados, uma maior dotação de equipamentos de infra-estrutura (estradas, ferrovias, linhas de transmissão) eleva o produto final e conseqüentemente eleva a produtividade dos fatores privados e reduz o custo por unidade de insumo. O aumento de produtividade, por seu turno, induz um aumento da remuneração do capital fixo privado, encorajando novos investimentos e gerando novos postos de trabalho. O autor assinala também que o processo de acumulação de capital desencadeado por uma elevação do estoque de capital de infra-estrutura pode provocar um efeito *crowding in* na economia, na medida em que cria as condições ideais para o capital privado se instalar. Nesse caso, os investimentos privados e públicos seriam Complementares.

Por outro lado, conforme argumenta Ramirez (1994), os investimentos públicos em formação de capital podem repercutir negativamente no investimento privado se forem realizados por empresas estatais ineficientes e subsidiadas. Ademais, quando a elevação dos gastos públicos é financiada por empréstimos obtidos no mercado de títulos, a conseqüente elevação dos juros

pode inibir o investimento privado em formação de capital. Com outras palavras, nesse caso, o investimento público provocaria um efeito *crowding out* no investimento privado. Dessa forma, as duas categorias de inversões seriam substitutas e não mais complementares.

A forma como o capital de infra-estrutura atua sobre o produto e a produtividade pode ser estudada examinando uma função de produção “expandida”, como sugere Ramirez (1994), considerando a infra-estrutura como um fator primário, como mostra a equação 1, aqui denominada de equação do produto:

$$Y = Af(K, L, G), \quad (1)$$

$$f_K, f_L, f_G > 0; f_{KK}, f_{LL}; f_{LK}, f_{LG} > 0$$

onde  $Y$  é o nível de produção,  $A$  é um parâmetro de produtividade neutro no sentido de Hicks,  $K$  é o estoque de capital privado,  $L$  é o estoque de trabalho e  $G$  é o estoque de capital público. Tratando o estoque de capital público como um insumo primário da função de produção, um aumento no investimento público pode ter os seguintes efeitos potenciais sobre o produto. De início, considerando que o estoque de capital público é produtivo e que complementa o capital privado, um aumento *ceteris paribus* do estoque capital público aumentará diretamente o produto da mesma forma que qualquer outro fator de produção o faz ( $f_G > 0$ ). Em segundo lugar, um aumento do estoque de capital público aumenta o investimento privado e o produto, ao elevar produtividade marginal do capital privado relativamente a taxa de juros reais ( $f_{KG} > 0$ ). Por fim, o aumento do investimento em capital público aumenta o produto via elevação da produtividade marginal do trabalho ( $f_{LK} > 0$  e  $f_{LG} > 0$ ).

Sendo os capitais físicos públicos e privados substitutos, teria-se  $f_{KG} < 0$ . Caso esse efeito negativo superasse os efeitos positivos, diretos e indiretos, de um aumento em  $G$ , então, um aumento do capital público reduziria o produto.

O parâmetro de produtividade poderia depender diretamente do estoque de capital público. Nesse caso, a função de produção assumiria a seguinte forma:

$$Y = A(G)h(K, L) \quad (2)$$

Assim, a produtividade total dos fatores poderia ser decomposta em uma parcela que depende do capital de infra-estrutura e em outra parcela autônoma desse tipo de capital. Os equipamentos de infra-estrutura podem não ser tratados como bens públicos puros, quando sofrem efeitos de congestão. Ou seja, na medida em que aumenta o número de usuários dos equipamentos de infra-estrutura, reduz-se sua capacidade de prover os serviços para os quais foram destinados. Contemplando o efeito de congestão, o estoque de capital público pode ser modelado como:

$$G' = g(G, K, L) \quad (3)$$

em que  $G'$  é o estoque de capital público, considerando o efeito congestão e  $g_G > 0$  e  $g_L, g_K \leq 0$ .

Assim,  $G'$  poderia ser especificado como:

$$G' - \frac{G}{(K \cdot L)^\phi} \cdot \phi \geq 0 \quad (4)$$

Caso  $\phi=0$  então  $G_t=G'$  e não haveria efeitos de congestão. Assumindo que a função de produção é do tipo Cobb-Douglas, teríamos

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^\beta G_t^\gamma \quad (5)$$

Ou em logaritmo,

$$y_t = \alpha_0 + \alpha k_t + \beta l_t + \gamma g_t \quad (6)$$

Essa última equação foi a base para o estudo de Aschauer (1989), um dos pioneiros a verificar empiricamente a veracidade dessa relação, utilizando séries de dados da economia americana.

No Brasil, Ferreira (1996) encontrou valores para a elasticidade-renda de longo prazo da infra-estrutura (considerando apenas os investimentos das estatais no setor infra-estrutura) entre 0,34 e 1,12, e do capital público (considerando os investimentos das estatais e da administração pública no setor infra-estrutura) entre 0,71 e 1,05, conforme eram as taxas de depreciação. Esses valores indicam que no Brasil também existe uma forte relação de longo prazo entre produto e infra-estrutura. Florissi (1997) também evidenciou essa relação, encontrando valores entre 0,07 e 0,08 para a elasticidade-renda da infra-estrutura e de 0,29 para a elasticidade do capital público. O autor realizou testes de causalidade de Granger e encontrou que o capital de infra-estrutura causa o produto, no sentido de Granger, e que o produto não causa o capital de infra-estrutura, no sentido de Granger, indicando a inexistência de endogeneidade entre essas duas variáveis.

Ferreira & Malliagos (1998) apresentam evidências empíricas de que no Brasil o setor de infra-estrutura possui uma relação de longo prazo com o PIB, corroborando os resultados de Ferreira (1996). Os autores também encontraram valores de elasticidade-produtividade entre 0,482 e 0,490, conforme era a taxa de depreciação. Ou seja, para um aumento de 1% no capital de infra-estrutura, os aumentos de produtividade variavam de 0,482% a 0,490%. Segundo os autores, muito provavelmente, a queda na produtividade dos fatores observada a partir da década

de 80 foi resultante da redução dos investimentos em infra-estrutura ocorrida nesse mesmo período.

No Brasil, Rigolon & Piccinini (1997), fazendo uso de um modelo de consistência macroeconômica, conduziram uma série de simulações, com o intuito de investigar como os investimentos em infra-estrutura afetavam a produtividade da economia, produto, exportações e poupança interna. Segundo os autores, um aumento da participação dos investimentos em infra-estrutura no PIB de 0,7% faz a taxa de crescimento da economia crescer de 3% para 4,2%. Os ganhos de produtividade, originados desse choque na economia, geraram efeitos sobre as exportações de bens manufaturados equivalentes aos de uma desvalorização cambial, em quatro anos, de 8,6%. Quanto aos impactos nas contas públicas, o referido incremento dos investimentos em infra-estrutura reduziria o déficit operacional do setor público em 1,4% e elevaria a poupança pública em 0,3%.

Cury (1998), simulando em um modelo de equilíbrio geral computável calibrado para a economia brasileira, constatou que o aumento dos investimentos em infra-estrutura no setor rural no Brasil, gerou aumentos reais no produto e investimento privado de 0,51% e 1,51%. O mesmo choque nos setores de serviços, transporte e comércio, elevou o PIB em 1% e o investimento total em 2,17%. Esses resultados positivos sugerem que os indicadores macroeconômicos são mais sensíveis a elevações do aumento do estoque de capital público nos setores urbanos do que no setor rural.

Quanto à relação entre investimento privado e investimento e capital público, existem divergências teóricas e empíricas. Do ponto de vista teórico, a acumulação de capital público poderia potencializar retornos crescentes do capital privado. Com outras palavras, uma maior provisão de infra-estrutura poderia tornar a relação capital-produto marginal decrescente. Um aumento no estoque de capital resultaria num aumento no produto mais do que proporcional, um ganho de

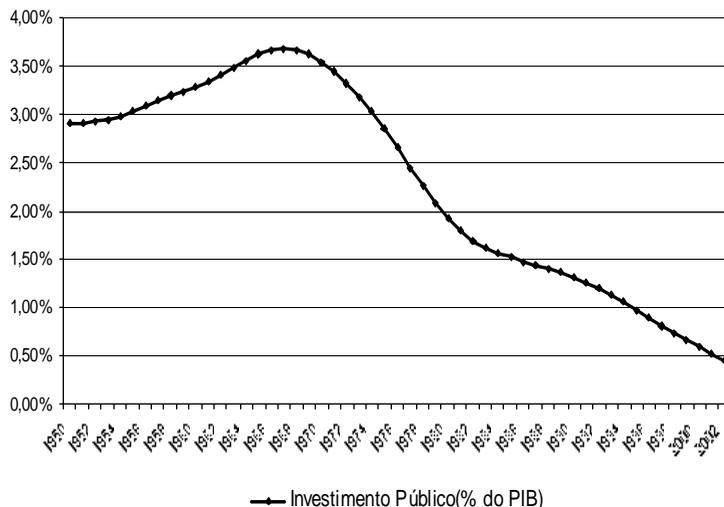
rentabilidade que estimularia a acumulação de capital privado. Por outro lado, existe o receio de que os investimentos em capital público utilizem os recursos físicos e financeiros que estavam disponíveis para o setor privado outrora, resultando num aumento de preços e numa elevação das taxa de juros. Nessa situação, o aumento do investimento público diminuiria a participação do investimento privado no total da formação de capital fixo. No primeiro caso, diz-se que os investimentos públicos e privados são complementares. Haveria o que se chama de efeito *crowding in* na economia, na medida em que uma elevação do estoque de capital público faz aumentar a participação do investimento privado no total das inversões na economia. No segundo caso, as duas categorias de investimento seriam substitutas. O aumento do capital público provocaria, então, um efeito *crowding out* na economia, *esvaziando* o investimento privado no total da formação de capital fixo.

No Brasil, as evidências não apontam numa única direção. O estudo conduzido por Ronci (1991) não encontrou evidências de que o estoque de capital público contribua, aumentando ou diminuindo, com o investimento privado. Na equação de investimentos estimada por Rocha & Teixeira (1996), utilizando dados de 1965 a 1990, a acumulação de capital público tem um efeito *crowding out* no investimento privado. Melo & Rodrigues Júnior (1998), a partir de uma série de tempo de 1970 a 1995, estimaram um modelo de correção de erros que procurava encontrar os determinantes do investimento privado no Brasil. Os seus resultados apontaram para uma relação de substituíbilidade entre capital público e privado. Agénor et al. (2003) apresentam uma elasticidade de 0,86 do capital privado com relação ao capital público no Brasil, sugerindo uma complementaridade entre os dois tipos de capital. Vale ressaltar que, em todos os casos, as séries de tempo não são suficientemente longas para captar uma parcela expressiva da relação de longo prazo entre esses dois tipos de investimentos. Mesmo adotando

procedimentos econométricos rigorosos, levando-se em conta a não-estacionariedade das séries de tempo, a pouca disponibilidade de dados é um fator limitante nesses estudos. Portanto, a questão sobre qual tipo de relação entre capital privado e público, seja de complementaridade ou de substituíbilidade, vigora no Brasil ainda permanece em aberto.

No Brasil, a provisão de infra-estrutura foi, por muito tempo, uma atribuição quase exclusiva do setor público. A partir da década de 90, observa-se um movimento no sentido de passar para o setor privado uma maior parcela da responsabilidade de investir em infra-estrutura, através de privatizações do setor de telecomunicações e de parte do setor energético, de concessões da malha rodoviária e ferroviária e através de parcerias com o setor privado. Muito embora essas mudanças tenham provocado uma expansão considerável nos investimentos no setor de telefonia e na recuperação de algumas poucas rodovias no sudeste do país, constata-se uma grande retração desse tipo de investimento em relação aos montantes observados na década de 70. Ferreira & Maliagros (1998) especulam que essa redução das inversões em infra-estrutura talvez tenha sido a grande responsável pela queda de produtividade da economia brasileira, observada no decorrer da década de 80. Na figura 1, tem-se a linha de tendência, estimada utilizando o filtro de Hodrick-Prescott, da participação relativa no PIB dos gastos públicos em formação de capital fixo entre 1951 e 2002.

**Figura 1: Evolução temporal dos investimentos públicos**



Os elevados gastos com infra-estrutura observados durante a década de 70 foram reflexos da implementação do segundo Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND) entre 1974 e 1978 pelo então governo militar de Ernesto Geisel. O II PND buscou mitigar os gargalos que explicavam a restrição estrutural e externa ao crescimento da economia brasileira daquela época, a saber: infra-estrutura, bens de produção (insumos e bens de capital), energia e exportações. A grande quantidade de recursos financeiros externos de baixo custo propiciou, naquela época, um ambiente favorável ao financiamento da elevação dos investimentos em infra-estrutura. Complementando as informações da tabela 1, verifica-se que, no decorrer desses anos, a participação do setor público na formação de capital fixo passou de 32% para 40% do total no Brasil. Se por um lado o II PND atingiu parte de suas metas, no que diz respeito à redução da dependência externa de bens de capital e ao aumento e diversificações das exportações, por outro lado, o conseqüente au-

mento do endividamento externo desempenhou um importante papel na crise macroeconômica vivida no Brasil na década de 80. Já no início da década de 80, em meio aos efeitos do choque do petróleo, que resultou num aumento expressivo das taxas de juros internacionais e da crise da dívida mexicana de 1982, cresceram as incertezas a respeito da capacidade dos países em desenvolvimento, inclusive o Brasil, de honrarem seus compromissos financeiros, dado o elevado nível de endividamento dos mesmos. Essa conjuntura internacional resultou num forte racionamento de crédito para o Brasil, fazendo o custo de obter empréstimos no exterior aumentar de forma considerável. Ao mesmo tempo, dentro de um conjunto de políticas econômicas recessivas, o governo promoveu reduções significativas nas suas despesas com infra-estrutura, tanto que no período entre 1979-1980, a participação do governo na formação de capital fixo caiu para 29% do total da FBCF.

No cenário mundial, o caso do México foi parecido com o brasileiro. No início da década de 80, a formação de capital fixo do setor público correspondia a 10,6% do PIB naquele país, enquanto que em 1988 esse número declinou para 4,4%. Nesse mesmo íterim a taxa de crescimento do PIB real da economia mexicana caiu de 8,4%, no início dos anos 80, para 1,1% em 1988. Como aconteceu no Brasil, o racionamento de crédito externo foi o grande responsável por essa redução nos investimentos públicos.

Segundo dados do Banco Mundial, apresentados em Fay & Morison (2005), na América Latina o investimento total em infra-estrutura (pública e privada) ficou entre 2,2% do PIB durante 1996 e 2001, contra 3,7% entre 1980 e 1985. Já os investimentos públicos não ultrapassaram os 0,8% do PIB entre 1996 e 2001, na Argentina, Brasil, Colômbia, Chile, México, Peru e Bolívia, contra 3,1% entre 1980 e 1985. O gasto público em infra-estrutura representa cerca de 5% do total do gasto público da região. O mesmo estudo assinala que para alcançar a

taxa de crescimento de países como China e Coréia de Sul, os investimentos deveriam estar entre 4 e 6% do PIB nos próximos 20 anos. Quanto ao investimento privado, a região atraiu quase a metade dos US\$786 bilhões de investimentos em projetos de infra-estrutura com participação privada nos países em desenvolvimento entre 1990 e 2003. No entanto, 93% desse total foram usados por apenas seis países (Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Peru e México), e principalmente no setor de telecomunicações e energia.

Nos dias atuais, a ausência de investimentos públicos em infra-estrutura no Brasil pode ser percebida mesmo sem examinar as cifras do setor. Muito provavelmente, o elevado custo de obter empréstimo no exterior, materializado nas elevadas taxas de juros reais da economia brasileira, dificulta bastante o alavancamento de recursos para a realização de inversões no setor. Ademais, vivenciam-se esforços fiscais do governo tanto reduzindo os gastos, como também através de aumentos da carga tributária para garantir a estabilidade macroeconômica compatível com um processo de crescimento econômico sustentado. Ao mesmo tempo, incertezas sobre os marcos regulatórios dos setores de infra-estrutura afastam potenciais investidores privados interessados em explorar tais serviços.

Concomitantemente a esse cenário de redução de investimentos em infra-estrutura, nota-se um crescente aumento das despesas correntes no Brasil. Conforme ilustra Giambiagi (2006) as despesas correntes no Brasil, excluindo transferências para estados e municípios, aumentaram de 6,1% do PIB em 1991 para 9,28% do PIB em 2005. Quando contempladas as despesas com INSS e LOAS/MRV esses números passa de 9,86% em 1991 para 17,31% em 2005.

### 3 – O modelo

O MEGC empregado na condução do conjunto de simulações propostas neste trabalho é baseado no modelo Mini-IMMPA, desenvolvido por Agénor (2003)<sup>5</sup>. Dentre as características desse modelo, ressalta-se o fato de ele contemplar a presença do capital público como um insumo primário no processo produtivo dos setores de atividade econômica. Ademais, a dinâmica do investimento privado depende dos investimentos em infra-estrutura. Desta forma, um aumento das inversões em capital público afetará diretamente as decisões de investimento privado, provocando mudanças na velocidade de acumulação de capital. O modelo possui um mecanismo de migração que acontece de forma imperfeita, conforme seja o diferencial de salário real entre a zona rural e a zona urbana.

No modelo, os setores de atividade econômica são desagregados em rural e urbano. Esse último se subdivide em três setores: o setor urbano informal, setor urbano formal, e setor público. No setor rural, os insumos primários utilizados no processo produtivo são o trabalho não-qualificado, o capital de infra-estrutura e o capital físico privado. A produção do setor rural é obtida a partir de uma estrutura aninhada de funções (*nested function*) de três níveis. No primeiro nível, o valor adicionado e o consumo intermediário do setor rural são combinados em uma função de produção Leontief, resultando no produto setor rural. No segundo nível, combina-se em uma função Cobb-Douglas o capital físico público,  $K_G$  (estradas, linhas de transmissão de energia, etc) e o produto composto  $JT$ .

Apenas os setores rural e urbano formal acumulam capital. O destino dos bens de investimento é determinado con-

---

<sup>5</sup> Esse modelo é uma versão reduzida do modelo IMMPA (Integrated Macroeconomic Model for Poverty Analysis), idealizado por Agénor, Izquierdo e Fofack (2003), e Agénor, Fernandes, Haddad e Van der Mensbrugge (2003).

forme seja o retorno do capital de cada setor, como sugerem Abbink et al. (1995). Inicialmente, os bens de investimento são alocados setorialmente conforme seja a razão entre o lucro do setor e o lucro médio. O setor com maior lucratividade no período corrente aumentará sua participação no total de investimentos. O estoque de capital e o produto desse setor irão aumentar mais rápido que os do outro. Conseqüentemente, o preço do capital vai declinar, reduzindo o seu lucro. Dessa forma, lucros acima ou abaixo da média serão eliminados no longo prazo através do investimento num mercado competitivo. A participação setorial dos investimentos,  $\theta_i$ , é determinado pela equação 7:

$$\theta_i = \frac{\theta_i^0 \left( \frac{PR_i}{APRF} \right)}{\sum_i \theta_i^0 \left( \frac{PR_i}{APRF} \right)} \quad (7)$$

em que  $PR_i$  é o lucro de cada setor,  $APRF$  é o lucro médio da economia,  $\theta_i^0$  é a participação de referência no total de bens de investimento, sendo calculado como a razão entre o excedente operacional de cada setor e o excedente total da economia:

$$\theta_i^0 = \frac{RK_i K_i}{\sum_i RK_i K_i}, \quad (8)$$

onde  $RK_i$  é o retorno do capital e  $K_i$  o estoque de capital para  $i=1, 3$ . O lucro médio é obtido na equação 9

$$APRF = \sum_i \frac{K_i P_k}{\sum_j K_j P_k} PRF_i. \quad (9)$$

O nível do estoque de capital, por sua vez, depende dos investimentos feitos nos períodos anteriores e do estoque de capital do período anterior depreciado:

$$K_i = K_{i-1}(1 - \delta_i) + \theta_i Z_{P,-1} \quad (10)$$

O investimento privado total,  $ZP$ , depende do investimento passado, de flutuações do produto e dos investimentos públicos,  $ZG$ . Assim, nesse modelo, o investimento privado total, em termos do  $PIB$ , é determinado endogenamente conforme indica a equação 11:

$$\frac{ZP}{PIB} = \Omega_1 \frac{ZP_{-1}}{PIB_{-1}} + \Omega_2 \log(PIB - PIB_{-1}) + \Omega_3 \frac{ZG}{PIB} \quad (11)$$

O investimento total (privado e público) é financiado pela poupança das famílias, parte dos lucros das empresas, resultado fiscal do governo e pela poupança externa.

As receitas do governo são compostas por impostos cobrados junto aos produtores, famílias, empresas e sobre a venda de produtos de origem doméstica e externa. O governo destina parte de sua receita fiscal à realização de transferências para as famílias, para as empresas e para o resto mundo. A acumulação de capital público acontece conforme a equação 12:

$$K_G = K_{G,-1}(1 - \delta_G) + ZG_{-1}, \quad (12)$$

onde  $\delta_G$  representa a taxa de depreciação do capital público.

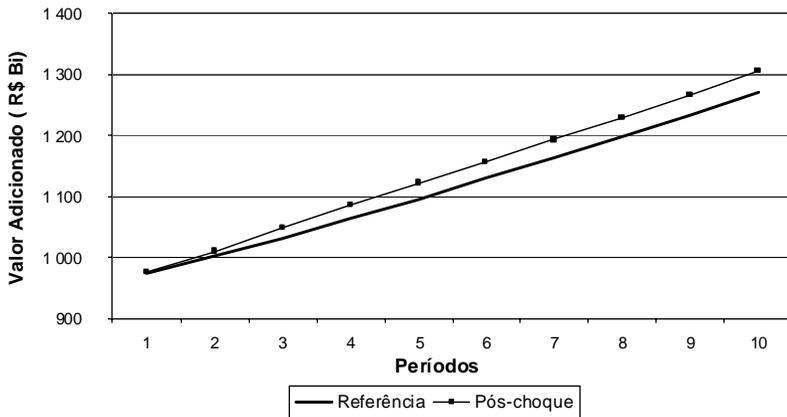
## 4 – Resultados

Simulou-se um aumento dos investimentos públicos em infra-estrutura, denominado aqui de choque 1, no montante de R\$ 8,85 bilhões no primeiro e segundo períodos de simulação. Esse montante equivale a um aumento de 1% na razão entre os investimentos públicos e o PIB. Com tais recursos, seria possível cumprir, por exemplo, a meta do Plano Plurianual 2004-2007 de investimentos no setor de transportes que prevê investimentos da ordem de R\$ 4 bilhões anuais, totalizando, no espaço de tempo do PPA, R\$ 16 bilhões. Essa despesa vai ser inteiramente financiada pela poupança externa. A segunda simulação se trata de um aumento das despesas correntes da administração pública (choque 2) no mesmo montante da elevação dos gastos com infra-estrutura, também totalmente financiado com um aumento do endividamento externo.

Antes de conduzir as simulações, realizou-se um teste de homogeneidade, com o intuito de verificar se as variáveis reais do modelo são neutras a uma mudança uniforme nos preços. Esse teste foi operacionalizado multiplicando-se por 2 o numérico do modelo, no caso, a taxa de câmbio. Esse choque provocou um aumento de 100% nos valores de todas as variáveis nominais. Enquanto isso, as variáveis reais permaneceram constantes. Portanto, o modelo é homogêneo de grau zero nos preços. Apenas mudanças nos preços relativos provocam mudanças nas variáveis reais do sistema.

Na figura 4.1, estão plotados os valores do PIB antes da implementação (equilíbrio de referência) e os números do PIB pós-choque. Examinando essas trajetórias, constata-se que o referido investimento em infra-estrutura causou um desvio permanente do PIB de sua trajetória de referência. Na tabela 4.1, estão reportados os valores dos desvios do PIB com relação ao equilíbrio de referência para os quatro choques implementados.

Figura 4.1: Evolução temporal do PIB pós-investimentos em infra-estrutura (R\$ Bilhões)



Examinando esses números, constata-se que o referido investimento em infra-estrutura causou um desvio no PIB de 0,58% no curto prazo, passando para 1,77% no médio prazo e 1,81% no longo prazo. Esse conjunto de resultados sugere que um incremento dos investimentos em infra-estrutura eleva a taxa de crescimento do produto e esse aumento é mais efetivo no longo prazo. Tais resultados sugerem que uma política fiscal expansionista voltada para essa categoria de investimento não ameniza apenas flutuações do produto no curto prazo.

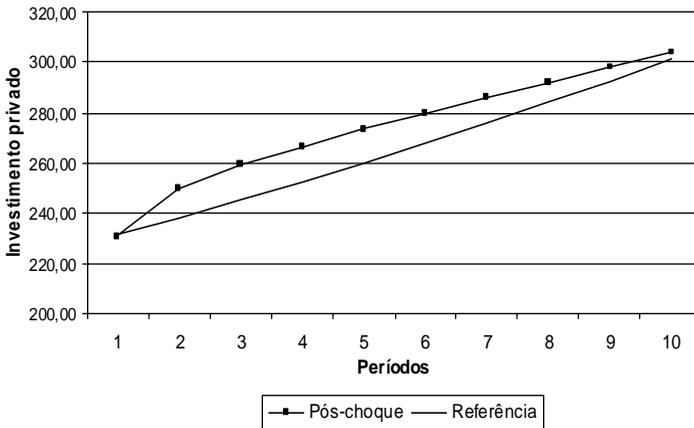
Ainda na tabela 4.1, o segundo choque aumentou o PIB em 0,09% no curto prazo, um aumento orientado essencialmente pela demanda agregada. No médio prazo esse aumento foi de 0,06% e no longo prazo de 0,00%. Tais resultados indicam a incapacidade desse tipo de ação pública de gerar crescimento sustentado no longo prazo. Esses resultados indicam que, dentre os acontecimentos econômicos simulados, a combinação de um aumento dos investimentos em infra-estrutura gera a maior taxa de crescimento do PIB no longo prazo.

Tabela 4.1: Efeitos dos choques sobre a trajetória de referência do PIB (%)

| PERÍODO            | <i>Simulações</i> |                 |                 |                 |
|--------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                    | <i>Choque 1</i>   | <i>Choque 2</i> | <i>Choque 3</i> | <i>Choque 4</i> |
| Curto prazo        | 0,58              | 0,09            |                 |                 |
| <i>Médio Prazo</i> | 1,77              | 0,06            |                 |                 |
| <i>Longo Prazo</i> | 1,81              | 0,00            |                 |                 |

Uma importante parcela do incremento do PIB foi provocada por um aumento nos investimentos privados, que se traduziu numa maior acumulação de capital. Na figura 4.2 pode-se comparar a trajetória de crescimento desse tipo de investimento antes e depois do choque. Nota-se que o aumento dos investimentos em infra-estrutura fez o investimento privado aumentar. Na tabela 4.2 observam-se os efeitos de cada um dos choques sobre a trajetória de equilíbrio dessa variável. No curto prazo, o aumento foi de 3,27%. No médio prazo, essa variável sofreu uma elevação de 5,78% e no longo prazo de 1,37%. Estes resultados parecem sugerir que o investimento privado tende a se estabilizar no patamar do equilíbrio de referência, na medida em que não acontecem novos acréscimos nos investimentos em infra-estruturas.

Figura 4.2: Evolução temporal do investimento privado pós-investimentos em infra-estrutura (R\$ Bilhões)



Em números, os impactos do aumento das despesas correntes sobre as decisões de investimento privado foram inexpressivos no decorrer do período de simulação. No curto prazo o referido aumento nas despesas da administração pública provocou uma expansão do investimento privado de 0,11%, enquanto que no médio e longo prazo houve uma redução de 0,05% e 0,06% nessa variável. Conseqüentemente, a acumulação de capital acontece, praticamente, na mesma velocidade que a observada no equilíbrio de referência. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Baxter & King (1993), que também constataram que um aumento transitório desse tipo de gasto público tem um efeito passageiro sobre o produto, o investimento privado.

Tabela 4.2: Efeitos dos choques sobre o investimento privado (%)

| PERÍODO     | <i>Simulações</i> |                 |                 |                 |
|-------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|             | <i>Choque 1</i>   | <i>Choque 2</i> | <i>Choque 3</i> | <i>Choque 4</i> |
| Curto prazo | 3,27              | 0,11            |                 |                 |
| Médio prazo | 5,78              | 0,05            |                 |                 |
| Longo prazo | 1,37              | 0,06            |                 |                 |

## 5 – Conclusões

Os primeiros resultados sugerem que um aumento nos investimentos em infra-estrutura gerou taxas de crescimento econômico mais elevadas no longo prazo, confirmando muitas das afirmações presentes na literatura sobre esse tema. Uma parcela desse incremento na taxa de crescimento do PIB foi provocada pelo aumento da velocidade de acumulação do capital privado, induzido pelos novos investimentos em infra-estrutura. Um fenômeno factível de acontecer no mundo real. Conforme os elementos estruturantes, como estradas, ferrovias, portos, etc, geram externalidades positivas, os agentes privados são motivados a investir, em virtude das melhorias nas perspectivas de retorno dessa alocação de recursos. Foi constatado também que esse choque elevou a renda de todas as categorias de famílias. Em maior magnitude, as do setor rural e informal. Parte desses resultados aconteceram por aumentos na relação capital/trabalho. Ou seja, o trabalho passou a ser mais produtivo e esse ganho de produtividade foi repassado para os salários dos trabalhadores.

Por outro lado, a expansão da economia provocou um aumento na demanda por bens e serviços, provocando um aumento nos preços que, ao ser transmitido para os salários, aumentou a renda das famílias. Mesmo as famílias capitalistas,

cuja poupança financiou a elevação dos investimentos, experimentaram um acréscimo de renda. Esse fenômeno aconteceu devido, em grande parte, à aceleração do acúmulo de capital da economia. Os aumentos de renda transmitidos para os indicadores de pobreza e de desigualdade foram suficientes para mitigar a pobreza entre as famílias no setor rural e informal, em maior magnitude no longo prazo. Apesar de evidenciar-se um aumento de renda entre os demais grupos de famílias, ocorreu aumento da pobreza entre eles. Tal resultado aconteceu em decorrência de uma elevação dos preços provocado por esse choque na economia, o qual foi transmitido para o valor da linha de pobreza. A expansão na linha de pobreza, por sua vez, superou o incremento na renda real desses grupos de famílias, induzindo um aumento da pobreza, conforme demonstrado pelos indicadores.

A distribuição de renda, medida pelo índice de Gini, sofreu um decréscimo inferior a 1%, mesmo no longo prazo, deixando dúvidas sobre o poder distributivo real desse tipo de política. Uma parcela desse pequeno efeito pode ser atribuída ao fato do modelo ter contemplado apenas mudanças na desigualdade intergrupo. A desigualdade intragrupo permaneceu constante em todo o horizonte de simulação do modelo.

O aumento das despesas correntes da administração pública apresentou efeitos bem modestos e passageiros sobre o PIB e o investimento privado. Isso quer dizer que, nesse modelo, um aumento na demanda agregada, ocasionado pelo incremento nas despesas com consumo do governo, não tem efeitos sobre a estrutura produtiva que perdurem no tempo como aqueles induzidos por um aumento dos investimentos em infra-estrutura. A renda das famílias sofreu pequenas variações em decorrência desse choque. Tais mudanças tenderam a desaparecer no decorrer do período de simulação. Essas variações de renda ao serem transmitidas para os indicadores de pobreza e de desigualdade

não indicaram que esse aumento de demanda seja capaz de amenizar, de fato, a pobreza no país.

A implementação da abertura comercial unilateral originou efeitos discretos sobre a taxa de crescimento econômico. Nesse modelo, esse choque aumentou o ritmo de crescimento da economia em 0,03% no longo prazo. Os efeitos dessa política sobre a renda familiar foram bastante modestos, não superando 0,4%, mesmo no longo prazo. As pequenas melhoras nos indicadores sociais foram provocadas por uma redução nos preços que levou a um aumento na renda real das famílias. A pequena participação do comércio exterior, em vista do tamanho do mercado doméstico, no total das transações, justifica a magnitude desses efeitos.

Ao implementar a abertura comercial unilateral e elevar os investimentos em infra-estrutura, obtiveram-se os melhores resultados dentre todas as simulações realizadas, em termos de crescimento econômico de longo prazo, redução de pobreza e melhoria da desigualdade de renda. Houve redução da pobreza em todas as categorias de famílias, segundo os valores do índice FGT. Essa redução foi maior entre as famílias de baixa qualificação. Na literatura, especula-se que os investimentos em infra-estrutura poderiam complementar políticas de liberalização de mercados. Entretanto, os resultados talvez indiquem que a abertura comercial complementa as ações de aumento de provisão de infra-estruturas. Ao impelir uma redução nos preços dos bens de capital, a redução de impostos sobre importações estimula mais ainda o investimento privado no longo prazo. Ademais, compensa os aumentos de preços provocados pelo aumento da demanda por bens de capital. Contribuindo, assim, para uma maior redução da pobreza.

Portanto, como sugestão para formatação de política econômica, recomenda-se o aumento dos gastos com infra-estrutura, como forma de alocar eficientemente recursos públicos, dados seus efeitos sobre taxas de crescimento de longo

prazo e sobre a renda das famílias. Tal ação alcançaria melhores resultados caso fosse praticada numa conjuntura de alocação eficiente de recursos induzida por uma liberalização comercial, em decorrência da conseqüente redução de preços. Entretanto, em nenhuma das simulações observaram-se mudanças expressivas na distribuição interpessoal de renda da economia. Quão sensíveis são esses resultados à hipótese de manter as desigualdades de renda intragrupo constantes é um problema a ser explorado em trabalhos futuros. Por outro lado, talvez esse tipo de política possa ser ineficiente para reduzir as desigualdades interpessoais de renda, em virtude do baixo nível de qualificação dos indivíduos dos grupos onde se observam as maiores incidências de pobreza, o que impede a incorporação integral dos ganhos de produtividade do trabalho para os seus salários.

Destarte, a distribuição de renda poderia se tornar mais eqüitativa, caso esses indivíduos tivessem um maior acesso à educação. O papel desempenhado pelo estoque de capital humano seja a nível individual ou local, é notadamente reconhecido como uma forma de aumentar a produtividade do trabalho, e assim, os salários, como enunciado por Araújo Júnior & Silveira Neto (2004) em um estudo para as regiões metropolitanas brasileiras, e Jung & Thorbecke (2003) em um modelo de equilíbrio geral. Uma possível extensão desse trabalho seria a simulação conjunta de um aumento dos investimentos em infra-estrutura concomitantemente com o estoque de capital humano da economia, corroborando, talvez, os resultados de Jalilian & Weiss (2004) a respeito da elevação conjunta dessas duas variáveis.

## Referências

ABBINK, G.A; BRABER, M.C.; COHEN, S.I. *A Sam CGE demonstration model for Indonesia: a static and dynamic specifications and experiments*. International Economic Journal, v.9, p.15-33, 1995.

AGÉNOR, Pierre-Richard. *Mini-IMMPA: A Framework for Analyzing the Unemployment and Poverty Effects of Fiscal and Labor Market Reforms*. unpublished, the World Bank, 2003.

AGÉNOR, Pierre-Richard, IZQUIERDO, Alejandro, FOFACK, Hippolyte, *IMMPA: A Quantitative Macroeconomic Framework for the Analysis of Poverty Reduction Strategies*. unpublished, the World Bank, 2003.

AGÉNOR, Pierre-Richard, FERNADES, Reynaldo, HADDAD, Eduardo, VAN der MEBSBRUGGHE, Dominique. *Analyzing the Impact of Adjustment Policies on the Poor: An IMMPA Framework for Brazil*. unpublished, the World Bank, 2003.

ARAÚJO JUNIOR, I. T. *Investimentos em infra-estrutura e efeitos sobre a pobreza e a distribuição de renda: uma análise de equilíbrio geral da economia brasileira*. Tese de doutorado, Recife, 2006.

ARAÚJO JÚNIOR, I. T., SILVEIRA NETO, R. da M. *Concentração geográfica de capital humano, ganhos de produtividade e disparidades regionais de renda: evidências para o Brasil metropolitano*. Anais do IX Encontro Regional de Economia, 15-16, Julho, Fortaleza, 2004.

BAXTER Mariane; KING, Robert. *Fiscal Policy in General Equilibrium*. The American Economic Review, v. 83, p. 315-334, 1993.

CALDERÓN, Cesar; SERVÉN, Luis. *The effects of infrastructure development on growth and income distribution*. Policy Research Working Paper No. 3400. World Bank, Washington DC, 2004.

COCKBURN, John, Trade Liberalisation and Poverty in Nepal: A Computable General Equilibrium (CGE) Micro Simulation Analysis. *Unpublished, Université Laval, 2001*.

COGNEAU, Denis. ROBILLARD, Anne Sophie. Growth, Income Distribution and Poverty in Madagascar: Learning from a Microsimulation Model in a General Equilibrium Framework. *Trade and Macroeconomic Division, International Food Policy Research (IFPRI), TMD Discussion, 2000*.

CURY, Samir. *Modelo de equilíbrio geral para a simulação de políticas de distribuição de renda e crescimento econômico no Brasil*. São Paulo: FGV, 1998 (Tese de Doutorado).

DECALUWE, Bernard; DUMONT Jean-Christophe; SAVARD Luc, Measuring Poverty and Inequality in a Computable General Equilibrium Model. Working Paper No. 99-20, Université Laval, 1999.

DUMONT, Jean-Christophe; MESPLE-SOMPS, Sandrine. L'impact des infrastructures publiques sur la compétitivité et la croissance: Une analyse en EGC appliquée au Sénégal. Document de Travail DT/2000/08. DIAL, Paris, 2000.

ESTACHE, A; FOSTER, V.; WODON Q. *Accounting for Poverty in Infrastructure reform: learning from Latin America's experience*. Washington, DC: World Bank Institute Development Studies. 2002.

FELTESTEIN, Andrew; HA, Jiming. *An analysis of the optimal provision of public infra-structure: a computational model using Mexican data*. Journal of Developments Economics, vol 58, p. 219-230, 1999.

JALILIAN, Hossein; WEISS, John. *Infrastructure, growth and poverty: some cross country evidence*. Paper apresentado para a conferência anual do Banco de desenvolvimento da Ásia (ADB): Infrastructure and Development: poverty, regulation and private sector investment, 2004.

JUNG, Hong-Sang; THORBECKE, Erik. *The impact of public education expenditure on human capital, growth, and poverty in Tanzania and Zambia: a general equilibrium approach*. Journal of Policy Modeling, v. 25, p.701–725, 2003

KRAAY, Aart. *When is Growth Pro-Poor? Cross-Country Evidence*, World Bank Policy Research Working Paper 3225, Washington, 2004.

LÓPEZ, Humberto. *Macroeconomics and Inequality*. Researche Workshop: Macroeconomic Challenges in Low Income Countries, October 23-24, 2003.

MORANDI, Lucilene; REIS, Eustáquio. *Estoque de Capital Fixo no Brasil: 1950-2003*. XXXII Encontro Nacional de Economia - ANPEC, 07-10 de dezembro, João Pessoa, 2004.

RIOJA, Felix K. *Productiveness and Welfare implications of public infrastructure: a dynamic two-sector general equilibrium analysis*. Journal of Development Economics, v. 58, p. 387-404, 1999.

TOURINHO, Octávio Augusto; KUME, Honório; PEDROSO, Ana Cristina de Souza. *Elasticidades de Armington para o Brasil - 1986-2002: Novas estimativas*. IPEA, Texto para discussão n. 974. Rio de Janeiro, 2003.

WINTERS, L. A.; McCULLOCH, N.; McKAY, A. *Trade Liberalization and Poverty: The Evidence so Far*. Journal of Economics Literature, Vol XLII, março, 2004.