

Gastos Públicos em Infraestrutura, Investimento Privado, e Atividade Econômica: A experiência brasileira no período recente

Helder Ferreira de Mendonça

Fluminense Federal University
Department of Economics, and
National Council for Scientific and Technological
Development (CNPq)
Address: Rua Dr. Sodré, 59 – Vila Suíça
Miguel Pereira – Rio de Janeiro
CEP: 26900-000 – Brazil
helderfm@hotmail.com

José Laurindo de Almeida

Fluminense Federal University
Department of Economics
Address: Rua Tupinambás, 515- Orquídeas
Belford-Roxo – Rio de Janeiro
CEP: 26140-330 – Brazil
jose.dealmeida@hotmail.com

Resumo

Este artigo desenvolve um modelo teórico que mostra como gastos públicos em infraestrutura e a tributação afetam as decisões de investimento privado. Além disso, a análise empírica mostra o efeito do investimento privado sobre o hiato do produto. Assim, com base em dados para a economia brasileira no período de dezembro de 2000 a janeiro de 2011 são apresentadas evidências empíricas por meio de modelos de mínimos quadrados ordinários, método dos momentos generalizados, e vetores autorregressivos. Os resultados confirmam o argumento de que gastos públicos em infraestrutura tem um importante papel nas decisões de investimento privado, bem como sobre a atividade econômica. Em particular, é observado que os efeitos positivos sobre o investimento privado devido ao aumento dos gastos públicos em infraestrutura não são eliminados pelos efeitos negativos de elevações na taxa de juros e na carga tributária.

Palavras-chave: infraestrutura pública; tributação; investimento privado; hiato do produto; economia brasileira.

Abstract

This paper develops a theoretical model that shows how public spending on infrastructure and taxes affects private investment decisions. Furthermore the effect of private investment on the output gap is also observed in the empirical analysis. Hence, based on data for the Brazilian economy in the period from December 2000 to January 2011, empirical evidence is provided through ordinary least squares, generalized method of moments, and vector autoregression models. The findings confirm the argument that public spending on infrastructure has an important role on private investment decisions as well as on economic activity. In particular, it is observed that the positive effects on private investment caused by an increase in the public spending on infrastructure are not eliminated by the negative effects from increases in the interest rate and in the tax burden.

Key words: public infrastructure; taxes, private investment; output gap; Brazilian economy.

JEL classification: H54, H22, H30.

1. Introdução

A literatura que trata dos efeitos da política fiscal sobre a atividade econômica destaca o papel dos gastos públicos em infraestrutura.¹ O argumento é que gastos públicos em infraestrutura são capazes de estimular o investimento privado e, por conseguinte, o crescimento econômico. Entretanto, um aumento do gasto público em infraestrutura requer maior receita tributária e, portanto, pode haver um impacto negativo sobre a atividade econômica (Keohane, Roy, e Zeckhanser, 2006). Destarte, há um *trade-off* para a autoridade fiscal, pois ao mesmo tempo que uma maior tributação reduz o crescimento econômico ela amplia infraestrutura pública e, portanto, incrementa o investimento privado.²

Como observado por Hall e Jones (1999) e Agénor (2010), economias emergentes possuem características especiais, pois uma ampliação de gastos públicos em infraestrutura eleva a produtividade o que, por sua vez, estimula o investimento privado. Dado que tanto os gastos públicos em infraestrutura como a tributação são relevantes na decisão de investimento privado, este trabalho desenvolve um modelo teórico simples e apresenta evidências empíricas tomando como referência a economia brasileira. A análise da economia brasileira é relevante, pois é uma das maiores economias emergentes e detém a maior tributação com relação ao PIB dentre os países da América Latina (32,6% em 2009 conforme dados da OECD/ECLAC/CIAT, 2011). Além disso, o governo federal tem adotado vários programas para reduzir os entraves à infraestrutura (Parceria Público Privada, Programa de Aceleração do Crescimento, etc.) com o objetivo de promover o crescimento econômico.

O principal objetivo deste trabalho é observar como funciona o mecanismo de transmissão dos gastos públicos em infraestrutura e das tributações (em especial as que incidem sobre os rendimentos do capital, trabalho, e lucro) sobre as decisões de investimento privado. Além deste aspecto, a análise empírica também considera o efeito do investimento privado sobre o hiato do produto. Assim, com base em dados mensais para a economia brasileira, no período de dezembro de 2000 a janeiro de 2011, vários modelos são estimados utilizando mínimos quadrados ordinários (OLS), método dos momentos generalizados (GMM), e vetores autorregressivos (VAR).

Além desta introdução este artigo encontra-se estruturado em mais seis partes. A próxima seção apresenta uma breve síntese da literatura sobre o impacto da provisão de infraestrutura pública sobre o investimento e, como consequência, sobre a atividade econômica. A seção 3 desenvolve um modelo teórico que mostra como os gastos em infraestrutura, impostos, e taxa de juros afetam as decisões de investimento privado. A seção 4 apresenta as principais características da economia brasileira levando em conta a infraestrutura pública, tributação, e investimento privado. A seção 5 descreve os dados utilizados neste estudo. A seção 6 mostra evidências empíricas por meio de uma análise econométrica. Por último é apresentada a conclusão.

2. Infraestrutura, tributação, e atividade econômica

A partir do estudo realizado por Aschauer (1989) diversos trabalhos passaram a analisar os efeitos que os gastos públicos em infraestrutura causam sobre o investimento privado. Com base em informações coletadas sobre os EUA, Munnell (1992) e Morrison e Schwartz (1996) observaram que os gastos em infraestrutura reduzem os custos das firmas e, como consequência, há uma ampliação do investimento privado e do crescimento econômico. Além disso, de acordo com Duggal, Saltzman, e Klein (2007), investimento público em infraestrutura amplia o produto por trabalhador, por exemplo, devido aos efeitos positivos sobre a saúde e a educação. Ademais, como mostra Rivas (2003), Zee (2009), e Agénor (2008a e 2010), existem evidências de que ganhos proporcionados por gastos públicos em infraestrutura mais do que compensam a perda sofrida por um aumento na tributação.

A literatura que contempla os efeitos causados por gastos públicos em infraestrutura apresenta diferentes implicações para economias desenvolvidas e em desenvolvimento. Por exemplo, Hall e Jones (1999), com base em dados de 127 países e uma análise neoclássica tradicional, observaram que o

¹ Ver por exemplo: Duggal, Saltzman, e Klein (2007); Dominguez (2007); Agénor (2010); Kunze (2010).

² Ver, Rivas (2003); Mourmouras e Rangazas (2009); Azzimonti, Sarte, e Soares (2009); e Ismihan e Ozkan (2010).

efeito do gasto público em infraestrutura sobre a atividade econômica é maior para o caso das economias em desenvolvimento devido à escassez de infraestrutura nessas economias. Por meio de uma análise de dados em painel para 76 países, Blyde, Daude, e Fernandes (2010) verificaram que uma explicação para menores rendas, em especial nos países da América Latina, é resultado de uma queda persistente na produtividade causada por uma insuficiência de infraestrutura pública. Na mesma direção, Agénor (2010), com uma análise teórica para países da África-Subsaariana, observou que a menor produtividade e o menor crescimento econômico nos países são consequência do baixo investimento em infraestrutura.

Uma importante questão sobre os gastos públicos em infraestrutura é o resultado de um aumento na tributação de longo prazo. De acordo com Seater (1993) e Blanchard e Perotti (2002) é fato que um aumento no gasto público implica um aumento da atividade econômica no curto prazo. Entretanto, este resultado não é observado no longo prazo devido ao aumento na tributação. De acordo com Keohane, Roy, e Zeckhanser (2006), este resultado só não é observado quando a despesa pública implica um aumento da produtividade superior ao aumento da tributação. Em síntese, um aumento da despesa pública cria um *trade-off* entre o aumento da tributação e um aumento na produtividade (Ismihan e Ozkan, 2010).

De acordo com Buffie (1995) gastos em infraestrutura melhoram as condições futuras para as empresas ampliarem seus ganhos, e para as famílias modificarem a sua elasticidade de substituição intertemporal, e a sua preferência para o consumo atual. De forma contrária a essa visão, Heijdra e Mierau (2010), baseados em um modelo estilizado de gerações sobrepostas, analisaram a influência da tributação sobre o crescimento econômico, investimento privado, e consumo. O resultado revelou que quando o gasto público em um período implica um aumento da carga tributária na geração seguinte, o consumo e o produto são menores em ambas as gerações devido à presença de altruísmo entre as gerações. Além disso, a queda do consumo no segundo período não implica um aumento do investimento, pois a poupança gerada é utilizada para o pagamento da tributação. Em uma análise similar, Kunze (2010) ressalta que o resultado no longo prazo de um aumento nos gastos públicos em infraestrutura é ambíguo, pois depende das mudanças na taxa de juros e tributações, bem como da realocação da renda.

3. O modelo

O modelo teórico desta seção parte do pressuposto de que os gastos públicos em infraestrutura aumentam o investimento privado devido a uma maior produtividade marginal do capital.³ O modelo pressupõe uma empresa representativa que maximiza lucro e produz um único bem em um ambiente de concorrência perfeita. A empresa utiliza como insumos trabalho e capital e é assumida uma função de produção do tipo Cobb-Douglas. Portanto, em qualquer momento, a função de produção da firma representativa é:⁴

$$(1) \quad Y_t = A_t (G_t^I K_t)^\alpha L_t^{1-\alpha}, \quad 0 < \alpha < 1,$$

onde: Y_t é o produto; A_t é o progresso tecnológico; G_t^I é o gasto público em infraestrutura, que é dado por: $G_t^I = \kappa \tau_t^Y Y_t$, κ é uma constante positiva, τ_t^Y é a tributação sobre o produto (ver Kunze, 2010); K_t é o capital; e L_t é o trabalho.

O aumento líquido em capital físico líquido é dado pela diferença entre o investimento bruto (I) e a depreciação do estoque de capital (μK , onde μ é a taxa de depreciação). Assim, a acumulação de capital é dada por (ver Rivas, 2003; e Cardi, 2010):

$$(2) \quad K_{t+1} = (1 - \mu) K_t + I_t.$$

³ Ver Aschauer (1989), Rivas (2003), Agénor (2008a, 2008b, e 2010), e Kunze (2010). É importante notar que o modelo teórico desta seção não segue o modelo de equilíbrio geral padrão porque o interesse principal deste estudo é focado nos efeitos de curto prazo sobre o investimento.

⁴ Esta função é semelhante àquelas encontradas em modelos de capital humano. Ver, por exemplo, Agénor (2008a), e Kunze (2010).

Assumindo que o governo tribute os lucros das empresas e as receitas, bem como a folha salarial e o capital, a empresa representativa maximiza a sua função lucro tributada (Π_t):

$$(3) \quad \Pi_t = \text{Max}_{L,K} \left\{ \sum_{j=1}^n p_t \left[(1 - \tau_t^Y) Y_t^j - (1 + \tau_t^L) w_t L_t^j - (1 + \tau_t^K) r_t K_t^j \right] \right\},$$

onde, $j=1, \dots, n$ é um número finito de empresas; $t=0, 1, 2, \dots$ é um tempo discreto; τ_t^Y é a tributação sobre a receita das empresas no tempo t ; τ_t^L é a tributação sobre a folha de pagamento; τ_t^K é a tributação sobre o capital; p_t é o preço do bem consumido; L_t^j é o fator trabalho que maximiza o lucro; K_t^j é o estoque de capital que maximiza o lucro; Y_t^j é o produto; w_t é o salário real; e r_t é a taxa real de juros.

Por meio da substituição da equação (1) na equação (2), a equação (3) pode ser reescrita como:

$$(4) \quad \Pi_t = \text{Max}_{L,K} \left\{ \sum_{j=1}^n p_t \left[(1 - \tau_t^Y) A_t (G_t^I K_t)^{\alpha} L_t^{1-\alpha} - (1 + \tau_t^L) w_t L_t - (1 + \tau_t^K) r_t K_t \right] \right\}.$$

Portanto, a quantidade de capital e trabalho, respectivamente, que maximiza o lucro da empresa em t corresponde a:

$$(5) \quad L_t = \left[\frac{(1 - \alpha) A_t (1 - \tau_t^Y)}{(1 + \tau_t^L) w_t} \right]^{\frac{1}{\alpha}} G_t^I K_t, \text{ e}$$

$$(6) \quad K_t = \left[\frac{\alpha A_t (1 - \tau_t^Y) (G_t^I)^{\alpha}}{(1 + \tau_t^K) r_t} \right]^{\varphi} L_t, \quad \text{onde } \varphi = \frac{1}{1 - \alpha}.$$

É possível observar que, enquanto a tributação sobre a folha de pagamento reduz o trabalho e a tributação sobre o capital reduz o capital, a tributação sobre a produção reduz ambos capital e trabalho. Em contrapartida, os gastos públicos em infraestrutura aumentam tanto o capital quanto o trabalho.

Com relação à tributação sobre o lucro das empresas (τ_t^{Π}) é assumido, da mesma forma que em Marrero (2008), o argumento de que gastos públicos são obtidos pela tributação de uma proporção do produto e que a tributação sobre o produto é dada por:

$$(7) \quad \tau_t^Y = \tau_t^{\Pi} + \tau_t^L + \tau_t^K.$$

Como consequência, a equação (6) pode ser reescrita como:

$$(8) \quad K_t = \left[\frac{\alpha A_t \left[1 - (\tau_t^{\Pi} + \tau_t^L + \tau_t^K) \right] (G_t^I)^{\alpha}}{(1 + \tau_t^K) r_t} \right]^{\varphi} L_t.$$

Com o objetivo de considerar a relação entre o investimento privado e os gastos públicos em infraestrutura, a equação (2) é reorganizada da seguinte forma:

$$(9) \quad I_t = K_{t+1} - K_t + \mu K_t, \text{ ou}$$

$$(10) \quad I_t = \dot{K} + \mu K_t, \quad \text{onde } \dot{K} = K_{t+1} - K_t.^5$$

Dividindo ambos os lados por K_t , então:

$$(11) \quad \frac{I_t}{K_t} = \frac{\dot{K}}{K_t} + \mu.$$

A dinâmica do capital é a derivada da equação (8) com relação ao tempo t . Dividindo-se ambos os lados da equação por K_t , obtém-se a taxa de crescimento intertemporal do K :

⁵ Ver Rivas (2003) e Cardi (2010).

$$(12) \quad \frac{\dot{K}}{K_t} = \varphi \frac{\dot{A}}{A_t} + \varphi \alpha \frac{\dot{G}^I}{G_t^I} + \frac{\dot{L}}{L_t} - \varphi \frac{\dot{r}}{r_t} - \frac{\varphi \dot{\tau}^\Pi}{\phi} - \frac{\varphi \dot{\tau}^L}{\phi} - \frac{\varphi \dot{\tau}^K}{\phi} \frac{[(1 + \tau_t^K) + \phi]}{(1 + \tau_t^K)},$$

onde $\phi = 1 - (\tau_t^K + \tau_t^\Pi + \tau_t^L)$ e $0 < \phi < 1$.

Destarte, a relação investimento privado/capital em t (equação 11) pode ser reescrita como:

$$(13) \quad \frac{I_t}{K_t} = \varphi \frac{\dot{A}}{A_t} + \varphi \alpha \frac{\dot{G}^I}{G_t^I} + \frac{\dot{L}}{L_t} - \varphi \frac{\dot{r}}{r_t} - \varphi \Gamma \frac{\dot{\tau}^K}{\tau_t^K} - \varphi \omega \frac{\dot{\tau}^L}{\tau_t^L} - \varphi \gamma \frac{\dot{\tau}^\Pi}{\tau_t^\Pi} + \mu,$$

onde $\gamma = \frac{\tau_t^\Pi}{\phi}$, $\omega = \frac{\tau_t^L}{\phi}$, e $\Gamma = \frac{\tau_t^K}{\phi} \frac{[(1 + \tau_t^K) + \phi]}{(1 + \tau_t^K)}$.

A equação acima mostra que os efeitos positivos sobre o investimento são resultados de incrementos de gastos públicos em infraestrutura, trabalho, e progresso tecnológico. Em contraste, os efeitos negativos sobre o investimento são dados pela taxa de juros, tributação sobre o capital, trabalho, e lucro.

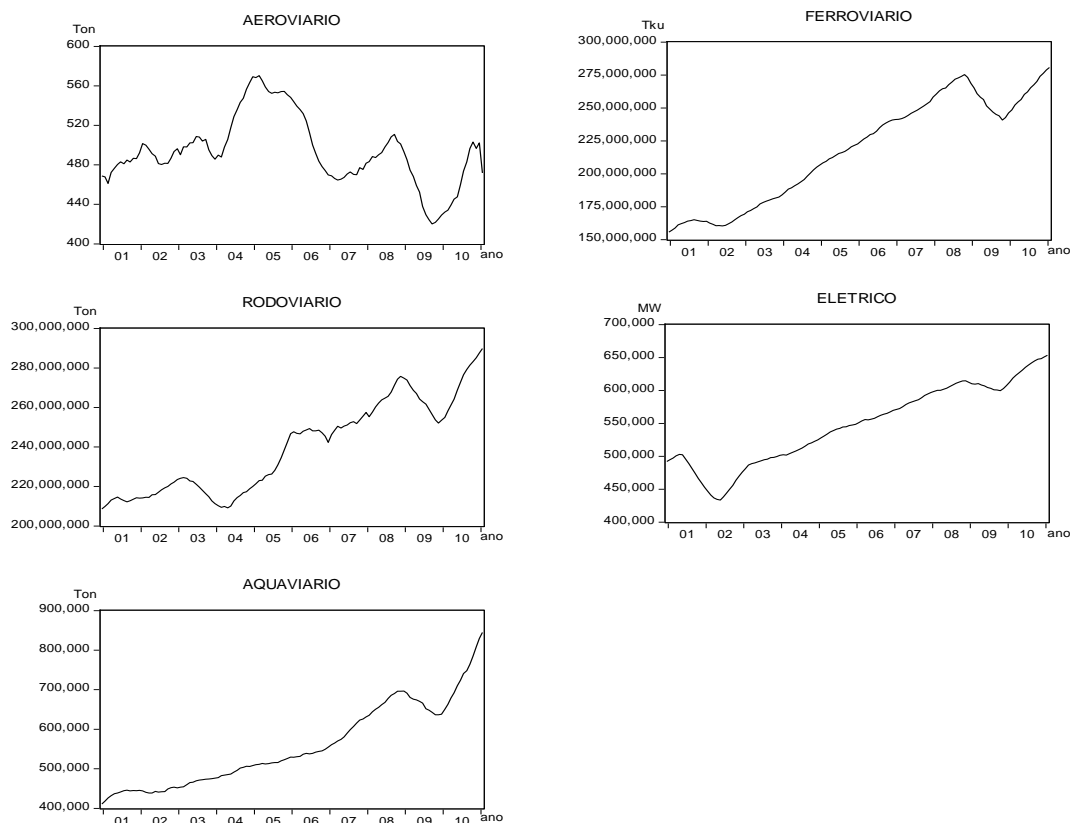
4. Infraestrutura pública, tributação, e investimento privado no Brasil

Segundo Kehoe e Prescott (2002) e Blyde, Daude, e Fernandes (2010), o fato de haver um baixo gasto público em infraestrutura no Brasil pode ser uma das razões principais para explicar a queda do investimento privado e o baixo crescimento econômico observado nas últimas décadas. Embora tenha ocorrido na década de 1990 um aumento na produtividade não foram observados efeitos positivos sobre o crescimento econômico. Para que se possa observar o comportamento da infraestrutura pública brasileira na década de 2000 é apresentada a evolução das séries sobre aviação, vias rodoviárias, ferroviárias, e energia elétrica dos setores industriais (vide figura 1). Em geral, todos os setores da indústria têm um crescimento baixo no início da década de 2000. Entretanto, depois do programa de Parceria Público-Privada (PPP) em dezembro de 2004, com exceção do setor da indústria da aviação, a provisão de infraestrutura pública cresceu de forma considerável.

É importante salientar que a pouca oferta de infraestrutura pública no início da década de 2000 acarretou um aumento dos custos de produção e, por conseguinte, uma diminuição da competitividade das firmas o que, por sua vez, desestimulou o investimento privado. Apesar dos perceptíveis progressos em infraestrutura pública depois de 2004, é importante verificar se esta melhoria se deve ao custo de uma tributação mais elevada, porque, neste caso, um desincentivo ao investimento privado também seria observado. Pode-se dizer que a autoridade fiscal enfrenta um *trade-off*⁶ porque, por um lado, um aumento na tributação desestimula o investimento privado devido a uma diminuição das poupanças privadas, por outro lado, a tributação financia os gastos públicos em infraestrutura.

Figura 1
Infraestrutura pública

⁶ Ver Mourmouras e Rangazas (2009), e Azzimonti, Sarte, e Soares (2009).

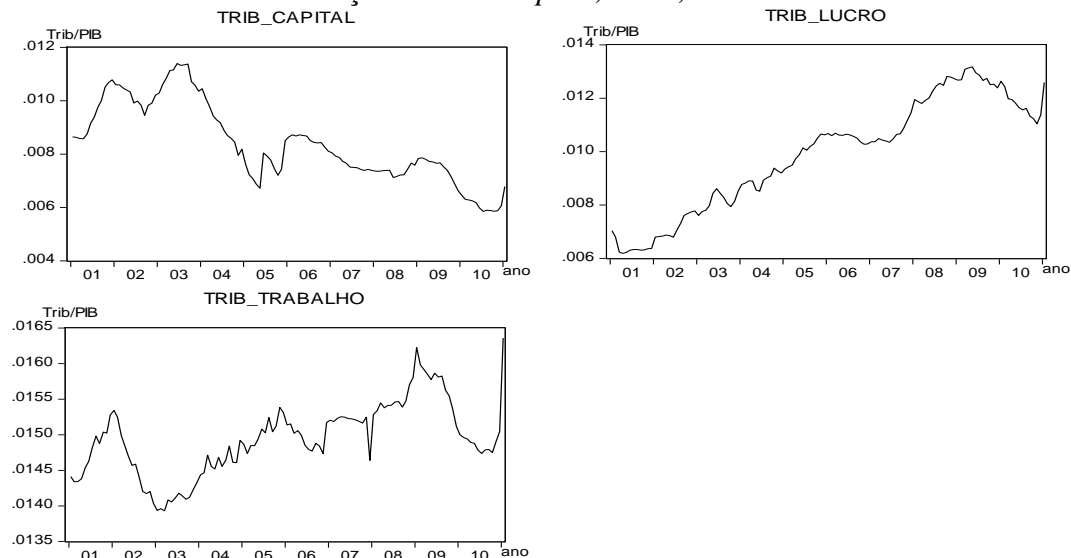


Fonte: Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (Fipe) e Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

Com base no modelo teórico apresentado na seção anterior, a figura 2 mostra a evolução do imposto sobre o capital, o lucro, e o trabalho (% do PIB) de dezembro de 2000 a janeiro de 2011. É possível ver que a tributação sobre o rendimento de lucro está aumentando ao longo do tempo. Em contrapartida, o imposto sobre o rendimento do capital é decrescente. Além disso, embora a tributação sobre os rendimentos do trabalho não tenham apresentado uma tendência clara, essa taxa é maior do que a observada para os outros dois (capital e lucro) durante todo o período.

Figura 2

Tributação sobre o capital, lucro, e trabalho



Fonte: Banco Central do Brasil e Tesouro Nacional do Brasileiro.

5. Dados

Com base nas variáveis do modelo teórico que explica o comportamento do investimento privado, os dados (frequência mensal) utilizados na análise empírica compreendem o período de janeiro de 2001 a janeiro de 2011.⁷ As variáveis em estudo (em taxa de crescimento nos últimos 12 meses) correspondem a:⁸

FBKF - formação bruta de capital fixo (consumo aparente de máquinas) - disponíveis no Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) - é uma *proxy* para o investimento privado. *GI* - gasto público em infraestrutura. Esta variável é a média da prestação de infraestruturas públicas de transporte e elétrico em indústrias (ver Aschauer, 1989):

Setor ferroviário - toneladas por quilômetro útil (TKU) - disponível no sítio do Instituto de Pesquisas Econômicas (Fipe);

Setor da aviação - toneladas úteis transportadas (TU) - disponível no sítio da Fipe;

Setor rodoviário - indústria de transporte rodoviário de mercadorias - TKU - disponível no sítio da Fipe;⁹

Setor da navegação - total de carga e descarga nos portos brasileiros - TU - disponível no sítio da Fipe; e

Setor elétrico - capacidade atual de geração de energia - Sistema Integrado Nacional - disponível no sítio do Operador Nacional do Sistema (ONS);

L - trabalho - emprego formal - disponível no sítio do Banco Central do Brasil (BCB);

R - taxa real de juros - taxa básica de juros (Selic) acumulada no mês em termos anuais deflacionados pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor (Amplio) - IPCA (índice de preços oficial) - disponível no sítio do BCB;

TaxK - as receitas fiscais - imposto de renda - regime de competência - ganhos de capital - deflacionado pelo IPCA (% PIB) - disponível no sítio do BCB;

TaxL - as receitas fiscais - imposto de renda - regime de competência - ganhos do trabalho - deflacionado pelo IPCA (% PIB) - disponível no sítio do BCB;

TaxP - as receitas fiscais - imposto de renda - ganhos sobre o lucro da pessoa jurídica - deflacionado pelo IPCA (% PIB) - disponível no sítio da Secretaria do Tesouro Nacional.

Tabela 1

Estatísticas descritivas

Séries	Média	Mediana	Máximo	Mínimo	Desv.Pad.
FBKF	0.0058	0.0088	0.0300	-0.0255	0.0138
GI	0.0032	0.0040	0.0169	-0.0130	0.0061
L	0.0036	0.0039	0.0059	0.0007	0.0013
R	-0.0035	-0.0116	0.3123	-0.3025	0.0735
TAXL	0.0012	-0.0003	0.0874	-0.0397	0.0129
TAXK	-0.0012	-0.0046	0.1965	-0.0664	0.0336
TAXP	0.0053	0.0042	0.1068	-0.0821	0.0221
GAP	-0.0001	0.0003	0.0295	-0.0365	0.0129

Além das variáveis supracitadas, o hiato do produto também é considerado na análise devido à relação conhecida entre o investimento privado e o crescimento econômico (ver Khan e Reinhart, 1990). Assim, esta variável corresponde a:

GAP - hiato do produto - é a diferença entre o PIB acumulado nos últimos 12 meses (ajustado pelo IPCA no mês) - disponível no sítio do BCB - e o produto potencial (filtro Hodrick-Prescott).

⁷ O fato de a análise empírica considerar dados a partir de janeiro de 2001 se deve ao fato de esse ser o início da disponibilidade das séries referentes à infraestrutura. As variáveis, depreciação e progresso tecnológico, presentes no modelo teórico, são assumidas como constantes e, portanto, não são considerados na análise empírica (ver Welfe, 2011).

⁸ Vide estatísticas descritivas na tabela 1.

⁹ As cargas transportadas com frota da própria indústria e as de dentro do perímetro urbano não são incluídas.

6. Evidências empíricas

Um primeiro procedimento na análise, que considera séries de tempo, é verificar se as séries são estacionárias. No caso de as séries não serem estacionárias, há uma grande possibilidade de que os resultados sejam espúrios. Portanto, foram realizados os testes Augmented Dickey-Fuller (ADF), Phillips-Perron (PP), e Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) para detectar se as séries possuem raiz unitária e se são estacionárias. Como pode ser observado na tabela A.1 (vide apêndice), todas as séries são I(0).

6.1. Investimento privado

São estimados diversos modelos de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) e do Método dos Momentos Generalizados (GMM) para observar a adequabilidade do modelo teórico à realidade brasileira. O uso dos modelos MQO se deve à facilidade para observar se existe uma relação de acordo com o esperado pela perspectiva teórica. Entretanto, devido, por exemplo, à elevada possibilidade da relação entre as variáveis não ser linear e a maioria das séries de tempo ter autocorrelação serial e heterocedasticidade, os modelos GMM foram utilizados como forma de obter evidências empíricas mais confiáveis (ver Hansen, 1982).

Com base no modelo teórico e nos testes de raiz unitária/estacionariedade foram estimados quatro modelos para o investimento privado. A primeira especificação captura o efeito sobre a formação bruta de capital fixo causado pelo gasto público em infraestrutura, emprego formal, taxa real de juros, e imposto sobre rendimentos do capital. A segunda especificação, ao invés de usar o imposto sobre rendimentos do capital considera o imposto sobre rendimentos do trabalho como um das variáveis explicativas no modelo. Com base no mesmo procedimento, a terceira especificação considera o imposto sobre rendimentos do lucro no modelo. Por último, mas não menos importante, a quarta especificação considera todas as variáveis presentes nas especificações anteriores. Assim, as quatro especificações são:¹⁰

$$(14) \quad FBKF_t = a_0 + a_1GI_t + a_2L_t + a_3R_{t-8} + a_4taxK_{t-5} + \varepsilon_t^0;$$

$$(15) \quad FBKF_t = a_5 + a_6GI_t + a_7L_t + a_8R_{t-8} + a_9taxL_{t-1} + \varepsilon_t^1;$$

$$(16) \quad FBKF_t = a_{10} + a_{11}GI_t + a_{12}L_t + a_{13}R_{t-8} + a_{14}taxP_{t-5} + \varepsilon_t^2; e$$

$$(17) \quad FBKF_t = a_{15} + a_{16}GI_t + a_{17}L_t + a_{18}R_{t-8} + a_{19}taxK_{t-5} + a_{20}taxL_{t-1} + a_{21}taxP_{t-5} + \varepsilon_t^3,$$

onde, $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$.

Conforme apontado por Cragg (1983), a análise de sobreidentificação tem um papel importante na escolha de variáveis instrumentais para a eficiência dos estimadores. A fim de testar a validade das condições de momento e testar as restrições de sobreidentificação para cada modelo estimado foi realizado o teste padrão J-estatístico (ver Hansen, 1982; e Cragg, 1983). Para ajudar a prever as variáveis contemporâneas que não estão disponíveis no tempo t foram utilizadas variáveis instrumentais que não são correlacionadas com os resíduos da regressão. Destarte, além do uso dos regressores defasados, mudanças na taxa de câmbio (R\$/US\$ - disponível no BCB) também são consideradas como variável instrumental.¹¹

Os resultados na tabela 2 indicam que os coeficientes das variáveis nos modelos são estatisticamente significativos e que os sinais estão de acordo com o modelo teórico. Em suma, é possível dizer que por um lado, um aumento dos gastos públicos em infraestrutura e trabalho estimula o investimento privado. Por outro lado, um aumento da taxa real de juros e das tributações leva a uma diminuição do investimento.

¹⁰ Devido ao fato de que o efeito causado por variáveis utilizadas no modelo que explica o investimento não é imediata, o uso de defasagens é aplicado aos regressores. O uso de defasagens seguiu o método de pesquisa do geral para específico para o modelo mais parcimonioso.

¹¹ As taxas de câmbio refletem as incertezas externas, assim desvalorização da moeda em resposta a choques, ao invés de contribuir para um aumento do investimento, pode levar as empresas a adiar decisões de investimentos.

Os coeficientes das variáveis presentes nas tabelas 2 e 3 mostram os efeitos sobre o crescimento anual da formação bruta de capital fixo no período t referente a choques de um desvio padrão sobre as variáveis explicativas em $t-1$.¹² Observa-se que o impacto imediato da mais alta magnitude é causado por choques sobre a tributação dos rendimentos do lucro que reduzem a formação bruta de capital fixo em torno de 0,6 pontos base (p.b.). Além disso, é possível ver que os efeitos positivos devido a choques sobre os gastos públicos em infraestrutura e trabalho são maiores do que os efeitos negativos observados para a tributação do rendimento do capital, tributação do rendimento do trabalho, e da taxa real de juros.

Tabela 2
*Estimações para FBKF (OLS e GMM)*¹³

	Estimativas OLS e GMM							
	Especificação 1		Especificação 2		Especificação 3		Especificação 4	
	OLS	GMM	OLS	GMM	OLS	GMM	OLS	GMM
constante	-0.0120*	-0.0104***	-0.0129**	-0.0141***	-0.0119**	-0.0092***	-0.0125**	-0.0102***
	(0.0061)	(0.0032)	(0.0061)	(0.0034)	(0.0060)	(0.0029)	(0.0058)	(0.0035)
	[-1.9716]	[-3.2551]	[-2.1199]	[-4.1743]	[-1.9994]	[-3.2112]	[-2.1481]	[-2.9606]
GI_t	0.7454**	0.8994***	0.7138**	0.7854***	0.7234*	0.8822***	0.6585*	0.6762***
	(0.3917)	(0.2548)	(0.3678)	(0.2502)	(0.3796)	(0.2400)	(0.3639)	(0.2170)
	[1.9030]	[3.5298]	[1.9404]	[3.1393]	[1.9058]	[3.6752]	[1.8094]	[3.1153]
L_t	3.8082**	3.2469***	4.0988**	4.3667***	3.9062**	3.3647***	4.1513**	3.7437***
	(1.7733)	(0.9512)	(1.7412)	(0.9734)	(1.7465)	(0.8726)	(1.6698)	(0.9599)
	[2.1475]	[3.4134]	[2.3540]	[4.4861]	[2.2366]	[3.8557]	[2.4861]	[3.9003]
R_{t-8}	-0.0317*	-0.0428*	-0.0315*	-0.0400**	-0.0350**	-0.0553**	-0.0352**	-0.0521**
	(0.0169)	(0.0248)	(0.0172)	(0.0198)	(0.0166)	(0.0212)	(0.0172)	(0.0201)
	[-1.8778]	[-1.7306]	[-1.8285]	[-2.0204]	[-2.1045]	[-2.6103]	[-2.0445]	[-2.5986]
$TaxK_{t-5}$	-0.0109	-0.1088**					-0.0085	-0.1010**
	(0.0277)	(0.0434)					(0.0239)	(0.0433)
	[-0.3954]	[-2.5053]					[-0.3562]	[-2.3320]
$TaxL_{t-1}$			-0.1495*	-0.3674***			-0.1697**	-0.3088**
			(0.0818)	(0.1380)			(0.0818)	(0.1383)
			[-1.8286]	[-2.6631]			[-2.0742]	[-2.2323]
$TaxP_{t-5}$					-0.0675	-0.2712***	-0.0818	-0.2367***
					(0.0637)	(0.0716)	(0.0632)	(0.0723)
					[-1.0594]	[-3.7859]	[-1.2939]	[-3.2736]
R ² Adj.	0.4231	0.3798	0.4354	0.4287	0.4303	0.3576	0.4366	0.3532
F-statistic	21.5325		22.5911		22.1445		15.4684	
Prob.(F-stat.)	0.0000		0.0000		0.0000		0.0000	
J-statistic		17.0281		19.0103		15.5806		16.6363
		p=0.8475		p=0.7514		p=0.9026		p=0.7831

Nota: Nível de significância marginal: *** denota 0.01, ** denota 0.05, e * denota 0.1. : Erro padrão entre parênteses, e estatística-t entre colchetes.

Com o objetivo de observar o impacto de choques transmitidos pelas variáveis explicativas sobre a formação bruta de capital fixo ao longo do tempo é feita uma análise de vetores autorregressivos (VAR) por meio do uso de funções impulso-resposta. É importante salientar que a função de impulso resposta generalizada é utilizada para eliminar o conhecido problema de viés nas estimações causado pela ordem

¹² Foram considerados os coeficientes de maior significância estatística dentre os quatro modelos estimados.

¹³ As estimações foram realizadas utilizando o software EViews 7.1. Testes para detecção de heteroscedasticidade nos resíduos (ARCH LM e Breusch-Pagan-Godfrey), correlação serial (Lagrange multiplier - teste LM), normalidade dos resíduos (teste Jarque-Bera), e o problema com a especificação do modelo (Ramsey RESET) foram realizados para as estimativas de OLS (ver tabela A.2 - Apêndice). Em relação à matriz de ponderação, a opção “série de tempo” foi escolhida o que, por sua vez, implica que as estimativas GMM são robustas na presença de heteroscedasticidade e autocorrelação.

das variáveis em modelos VAR. Além disso, o estimador de máxima verossimilhança do impulso respostas generalizadas é consistente e assintoticamente normalmente distribuído (Pesaran e Shin, 1998; e Koop, Pesaran, e Potter, 1996).

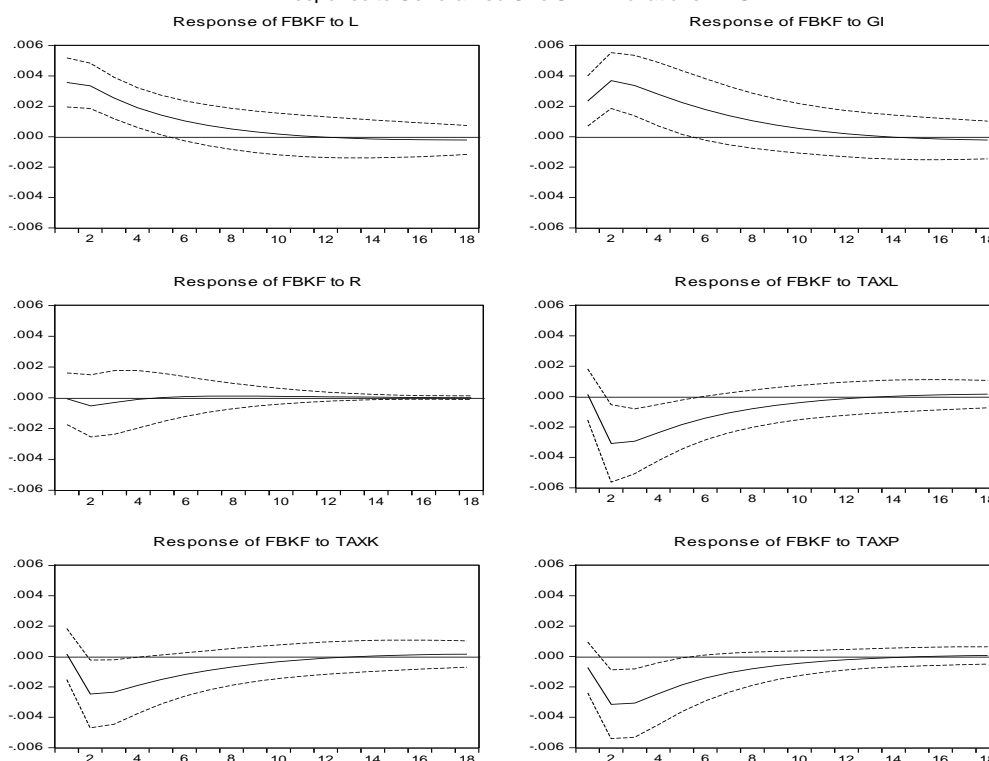
Tabela 3
Choques econômicos sobre FBKF

Variável	Desv.Pad.	Coefficientes	Eq.(N.)	Efeito (p.b.)
GI	0.0061	0.8994	1	0.5486
L	0.0013	4.3667	2	0.5677
R	0.0735	-0.0553	3	-0.4065
TAXK	0.0336	-0.1088	1	-0.3656
TAXL	0.0129	-0.3674	2	-0.4739
TAXP	0.0221	-0.2712	3	-0.5994

Os critérios Schwarz (SIC) e Hannan-Quinn (HQ) são utilizados neste estudo para identificar o número de defasagens a ser aplicado no VAR. Observa-se que ambos os critérios indicam que a ordem de defasagem para VAR é 1 (vide tabela A.3 - apêndice). A figura 3 mostra os resultados das funções impulso-resposta generalizada que são plotados para um período de 18 meses.

Observa-se que o comportamento de todas as variáveis no modelo VAR é semelhante àquele observado nos modelos OLS e GMM.¹⁴ Além disso, com exceção da taxa de juros real, todas as variáveis possuem significância estatística. Em geral, o efeito de um choque nas variáveis pode ser percebido de forma imediata e é eliminado em um período de 12 meses. Um choque positivo transmitido pelos gastos públicos em infraestrutura (depois de transcorridos dois meses) e pelo trabalho (depois de um mês) provoca um aumento na formação bruta de capital fixo de quase 0.4 p.b.. Em contraste, um choque (aumento) transmitido pela tributação sobre os rendimentos do trabalho, tributação sobre os rendimentos do lucro, e tributação sobre os rendimentos do capital (depois transcorridos dois meses), reduz a formação bruta de capital fixo em torno de 0.3 p.b..

Figura 3
Resposta da Formação Bruta de Capital Fixo
Response to Generalized One S.D. Innovations ± 2 S.E.



¹⁴ Os resultados do teste de estabilidade do VAR são encontrados na figura A.1 (apêndice).

O efeito do investimento sobre o produto é de amplo conhecimento na literatura macroeconômica. De acordo com o ponto de vista keynesiano uma ampliação do investimento promove um aumento do produto via efeito multiplicador. Sob essa perspectiva há um efeito direto do investimento sobre o lado real da economia, o qual pode ser capturado por meio de uma curva IS. Assim, com o intuito de observar como o investimento privado causa impacto sobre a atividade econômica é considerado uma variação da curva IS do modelo macroeconômico brasileiro (ver Bogdanski, Tombini, e Werlang, 2000) desde a adoção de metas para a inflação. Seguindo a mesma estrutura para a análise empírica adotada na seção anterior são considerados diversos modelos, OLS, GMM, e VAR para analisar a relação sobredita.¹⁵

Com o objetivo de observar o efeito do investimento sobre o lado real da economia são utilizadas quatro especificações que tem como variável dependente o hiato do produto. A primeira especificação, além do hiato do produto defasado de um período, faz uso das seguintes variáveis explicativas: a formação bruta de capital fixo, a taxa real de juros, e a tributação sobre os rendimentos do capital. A segunda especificação, ao invés de utilizar a tributação sobre os rendimentos do capital, considera a tributação sobre os rendimentos do trabalho como um regressor no modelo. A terceira especificação, por sua vez, leva em conta a tributação sobre os rendimentos do lucro no modelo. Por último, a quarta especificação considera todas as variáveis utilizadas nas especificações anteriores. Destarte:¹⁶

$$(18) \quad GAP_t = b_0 + b_1GAP_{t-1} + b_2FBKF_{t-3} + b_3R_{t-9} + b_4taxK_{t-7} + \xi_t^0;$$

$$(19) \quad GAP_t = b_5 + b_6GAP_{t-1} + b_7FBKF_{t-3} + b_8R_{t-9} + b_9taxL_{t-6} + \xi_t^1;$$

$$(20) \quad GAP_t = b_{10} + b_{11}GAP_{t-1} + b_{12}FBKF_{t-3} + b_{13}R_{t-9} + b_{14}taxP_{t-8} + \xi_t^2; e$$

$$(21) \quad GAP_t = b_{15} + b_{16}GAP_{t-1} + b_{17}FBKF_{t-3} + b_{18}R_{t-9} + b_{19}taxK_{t-7} + b_{20}taxL_{t-6} + b_{21}taxP_{t-8} + \xi_t^3,$$

onde, $\xi \sim N(0, \sigma^2)$.

Os resultados presentes na tabela 4 indicam que os coeficientes das variáveis são estatisticamente significativos e que os sinais estão de acordo com o ponto de vista teórico. Em suma, é possível dizer que o aumento do investimento privado aumenta o hiato do produto. Em contraste, os aumentos na taxa real de juros e tributações levam a uma redução no hiato do produto.

Com base nos coeficientes de maior significância estatística entre os quatro modelos GMM estimados (vide tabela 4), a tabela 5 mostra o impacto sobre o hiato do produto no período t de choques de um desvio padrão para variáveis explicativas em $t-1$. Observa-se que o maior impacto é transmitido pela formação bruta de capital fixo (0,21 p.b). Os outros choques têm efeitos negativos sobre o hiato do produto com destaque para a taxa real juros (-0,15 p.b.). Além disso, tal como observado nas estimações para a formação bruta de capital fixo, o choque da tributação sobre os rendimentos do lucro é maior que a observada para a tributação dos rendimentos do capital e a tributação dos rendimentos do trabalho.

Tabela 4
*Estimativa GAP (OLS e GMM)*¹⁷

¹⁵ Para um exemplo de análise empírica que considera a relação entre investimento e produto, ver Khan e Kumar (1997), e Erden e Holcombe (2005).

¹⁶ Além das variáveis explicativas defasadas são considerados como variáveis instrumentais: variação da taxa de câmbio (R\$/US\$), variação na Necessidade de Financiamento do Setor Público (resultado primário), diferença entre as exportações totais e as importações totais, e o índice de expectativa do consumidor. Com exceção do índice de expectativa do consumidor disponível pela Fecomercio, as demais séries foram obtidas a partir do BCB.

¹⁷ São considerados nestes modelos os mesmos testes da nota de rodapé 13 (vide tabela A.4 – apêndice).

Estimativas OLS e GMM								
	Especificação 1		Especificação 2					
	OLS	GMM	OLS	GMM	OLS	GMM	OLS	GMM
constante	-0.0005 (0.0006) [-0.9005]	-0.0006* (0.0003) [-1.8594]	-0.0005 (0.0006) [-0.8790]	-0.0008** (0.0003) [-2.5337]	-0.0005 (0.0006) [-0.8412]	-0.0004 (0.0003) [-1.2007]	-0.0005 (0.0006) [-0.8703]	-0.0006* (0.0003) [-1.8261]
GAP_{t-1}	0.9442*** (0.0358) [26.3848]	0.9306*** (0.0134) [69.5766]	0.9478*** (0.0355) [26.6843]	0.9330*** (0.0164) [56.8720]	0.9484*** (0.3517) [26.9651]	0.9378*** (0.0158) [59.2698]	0.9446*** (0.0355) [26.5822]	0.9339*** (0.0175) [53.4918]
$FBKF_{t-3}$	0.1124*** (0.0324) [3.4671]	0.1376*** (0.0197) [6.9734]	0.1146*** (0.0333) [3.4450]	0.1511*** (0.0180) [8.3903]	0.1137*** (0.0336) [3.3805]	0.1363*** (0.0175) [7.7951]	0.1115*** (0.0327) [3.4074]	0.1376*** (0.0151) [9.1256]
R_{t-9}	-0.0078 (0.0050) [-1.5829]	-0.0187*** (0.0055) [-3.4008]	-0.0080 (0.0050) [-1.6153]	-0.0199*** (0.0048) [-4.1855]	-0.0079 (0.0051) [-1.5489]	-0.0186*** (0.0052) [-3.5382]	-0.0077 (0.0051) [-1.5127]	-0.0176*** (0.0049) [-3.5702]
$TaxK_{t-7}$	-0.0086 (0.0070) [-1.2184]	-0.0174** (0.0071) [-2.4399]					-0.0087 (0.0074) [-1.1803]	-0.0202** (0.0077) [-2.6257]
$TaxL_{t-6}$			-0.0040 (0.0275) [-0.1469]	-0.0731*** (0.0255) [-2.8634]			-0.0067 (0.0291) [-0.2285]	-0.0679** (0.0290) [-2.3409]
$TaxP_{t-8}$					-0.0040 (0.0164) [-0.2449]	-0.0456*** (0.01418) [-3.2154]	-0.0029 (0.0165) [-0.1763]	-0.0315** (0.0148) [-2.1278]
R ² Adj.	0.9516	0.9481	0.9512	0.9431	0.9512	0.9463	0.9507	0.9425
F-statistic	546.6261		541.6671		541.9619		357.9811	
Prob.(F-stat.)	0.0000		0.0000		0.0000		0.0000	
J-statistic		18.1387 p=0.7962		15.6748 p=0.8995		15.4304 p=0.9075		12.7959 p=0.9387

Nota: Nível de significância marginal: *** denota 0.01, ** denota 0.05, e * denota 0.1. : Erro padrão entre parênteses, e estatística-t entre colchetes.

Tabela 5
Choques econômicos sobre hiato do produto

GMM individual para GAP				
Variável	Desv.Pad.	Coefficientes	Eq.(N.)	Efeito (p.b.)
FBKF	0.0138	0.1511	2	0.2085
R	0.0735	-0.0199	2	-0.1463
TAXK	0.0336	-0.0202	4	-0.0679
TAXL	0.0129	-0.0731	2	-0.0943
TAXP	0.0221	-0.0456	3	-0.1008

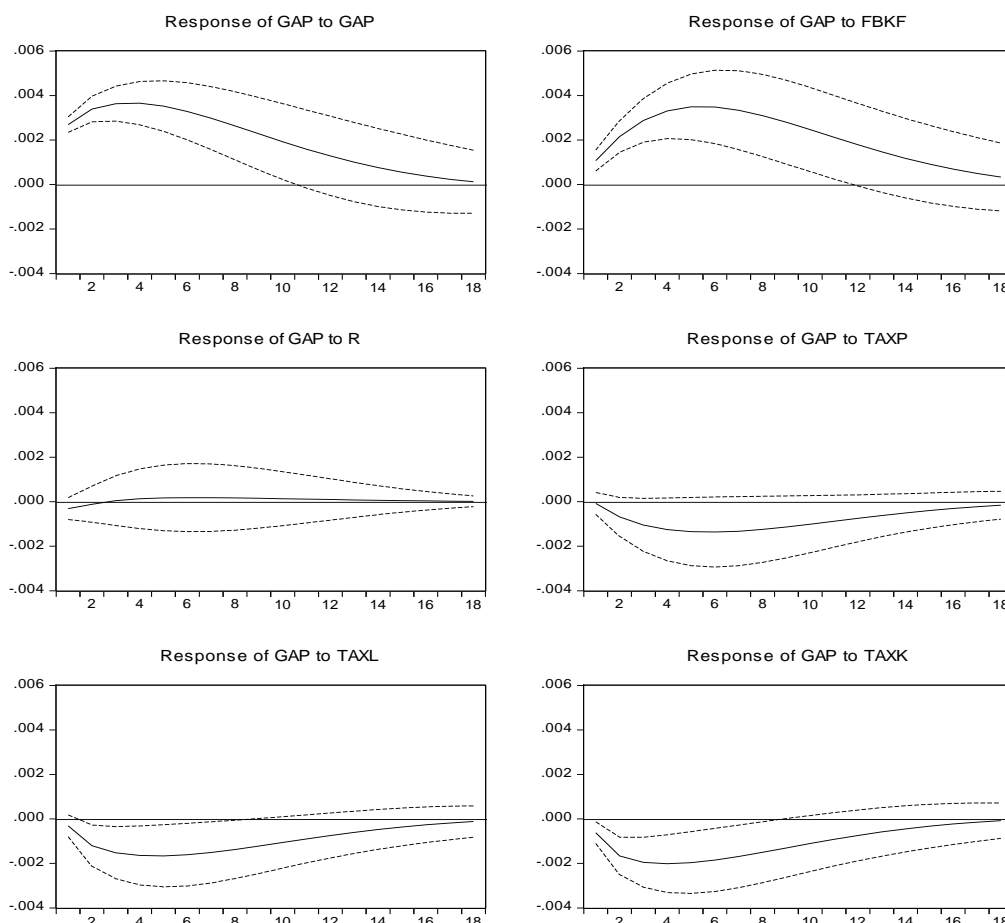
De forma a considerar uma perspectiva dinâmica para o comportamento das variáveis frente a choques, as variáveis consideradas nos modelos OLS e GMM foram utilizadas em um modelo VAR. Com base nos critérios de informação de Schwarz e Hanann-Quinn (vide tabela A.3 - apêndice) é observado que a ordem do VAR a ser estimado é um. Os gráficos da função impulso-resposta (generalizada) levam em conta o impacto de um choque transmitido ao longo de 18 meses (vide figura 4). Embora não seja observada significância estatística para os choques transmitidos pela taxa real de juros e pela tributação

dos rendimentos do lucro, os resultados estão de acordo com as estimativas obtidas pelos modelos OLS e GMM.¹⁸

Figura 4

Resposta do hiato do produto

Response to Generalized One S.D. Innovations ± 2 S.E.



Ainda em relação aos resultados referentes à função impulso-resposta, observa-se que, de uma maneira geral, o efeito máximo da transmissão de um choque ocorre entre 5 e 6 meses e se encerra com 17 meses. O maior impacto sobre o hiato do produto é resultado de um choque transmitido pela formação bruta de capital fixo (0,51 p.b.). Um choque positivo inesperado transmitido pela tributação dos rendimentos do capital e pela tributação dos rendimentos do trabalho provoca uma diminuição do hiato do produto em torno de 0,34 p.b. e 0,31 p.b., respectivamente.

6.2. Sistema de equações para o investimento privado e hiato do produto

Levando em conta tanto o modelo teórico quanto os resultados empíricos apresentados pode-se dizer que um aumento dos gastos públicos em infraestrutura aumenta o investimento privado e, como consequência, aumenta o hiato do produto. Por um lado, há um aumento da demanda por trabalho e o aumento da receita pública, o que, por conseguinte, contribui para a redução da taxa real juros e da carga tributária. Por outro lado, um efeito negativo é observado devido ao fato de que um aumento nos gastos públicos em infraestrutura aumenta a taxa real de juros e a carga tributária e, portanto, provoca uma diminuição no investimento privado e do hiato do produto. Ademais, no caso de uma recessão econômica há uma redução na receita do governo, que reduz ainda mais os gastos públicos com infraestrutura.

¹⁸ Da mesma forma que na seção anterior, o teste de estabilidade para o modelo VAR foi realizado (vide figura A.1 – apêndice).

Uma forma de dar robustez à análise empírica desenvolvida é fazer as estimações dos modelos anteriores em um sistema de equações (ver Hallsten, 1999). Em particular, para evitar os possíveis problemas de endogeneidade entre o investimento privado e o hiato do produto, o uso do GMM sistêmico é adequado para estimativas não enviesadas dos coeficientes. Assim, são considerados quatro sistemas de equações:

$$(22) \text{ Sistema 1 } \begin{cases} FBKF_t = c_0 + c_1 GI_t + c_2 L_t + c_3 R_{t-8} + c_4 taxK_{t-5} + \zeta_t^0 \\ GAP_t = d_0 + d_1 GAP_{t-1} + d_2 FBKF_{t-3} + d_3 R_{t-9} + d_4 taxK_{t-7} + \zeta_t^0 \end{cases}$$

$$(23) \text{ Sistema 2 } \begin{cases} FBKF_t = c_5 + c_6 GI_t + c_7 L_t + c_8 R_{t-8} + c_9 taxL_{t-1} + \zeta_t^1 \\ GAP_t = d_5 + d_6 GAP_{t-1} + d_7 FBKF_{t-3} + d_8 R_{t-9} + d_9 taxL_{t-6} + \zeta_t^1 \end{cases}$$

$$(24) \text{ Sistema 3 } \begin{cases} FBKF_t = c_{10} + c_{11} GI_t + c_{12} L_t + c_{13} R_{t-8} + c_{14} taxP_{t-5} + \zeta_t^2 \\ GAP_t = d_{10} + d_{11} GAP_{t-1} + d_{12} FBKF_{t-3} + d_{13} R_{t-9} + d_{14} taxP_{t-8} + \zeta_t^2 \end{cases}$$

(25) Sistema 4

$$\begin{cases} FBKF_t = c_{15} + c_{16} GI_t + c_{17} L_t + c_{18} R_{t-8} + c_{19} taxK_{t-5} + c_{20} taxL_{t-1} + c_{21} taxP_{t-5} + \zeta_t^3 \\ GAP_t = d_{15} + d_{16} GAP_{t-1} + d_{17} FBKF_{t-3} + d_{18} R_{t-9} + d_{19} taxK_{t-7} + d_{20} taxL_{t-6} + d_{21} taxP_{t-8} + \zeta_t^3 \end{cases}$$

onde $\zeta_t \sim N(0, \sigma^2)$ e $\zeta_t^i \sim N(0, \sigma^2)$.

A tabela 6 mostra as estimativas para os quatro sistemas.

Tabela 6
FBKF e GAP – GMM sistêmico

Sistema 1				Sistema 2				Sistema 3				Sistema 4			
Variáveis	FBKF	Variáveis	GAP	Variáveis	FBKF	Variáveis	GAP	Variáveis	FBKF	Variáveis	GAP	Variáveis	FBKF	Variáveis	GAP
Explicativas		Explicativas		Explicativas		Explicativas		Explicativas		Explicativas		Explicativas		Explicativas	
Constante	-0.0106***	Constante	-0.0007***	Constante	-0.0156***	Constante	-0.0006***	Constante	-0.0119***	Constante	-0.0005***	Constante	-0.0123***	Constante	-0.0005***
	(0.0014)		(0.0001)		(0.0014)		(0.0001)		(0.0011)		(0.0002)		(0.0016)		(0.0002)
	[-7.7816]		[-5.0084]		[-10.9763]		[-4.3960]		[-11.1407]		[-2.9355]		[-7.5310]		[-2.7254]
GI_t	0.7951***	GAP_{t-1}	0.9313***	GI_t	0.6792***	GAP_{t-1}	0.9372***	GI_t	0.7483***	GAP_{t-1}	0.9402***	GI_t	0.5409***	GAP_{t-1}	0.9336***
	(0.1454)		(0.0080)		(0.1397)		(0.0079)		(0.1132)		(0.0083)		(0.1145)		(0.0100)
	[5.4694]		[116.0578]		[4.8614]		[119.3886]		[6.6087]		[113.2935]		[4.7228]		[93.0861]
L_t	3.2188***	$FBKF_{t-3}$	0.1371***	L_t	4.7499***	$FBKF_{t-3}$	0.1370***	L_t	4.0262***	$FBKF_{t-3}$	0.1323***	L_t	4.1968***	$FBKF_{t-3}$	0.1222***
	(0.4644)		(0.0098)		(0.4811)		(0.0097)		(0.3509)		(0.0105)		(0.4811)		(0.0100)
	[6.9317]		[13.9516]		[9.8723]		[14.0677]		[11.4724]		[12.6192]		[8.7232]		[12.2483]
R_{t-8}	-0.0520***	R_{t-9}	-0.0216***	R_{t-8}	-0.0486***	R_{t-9}	-0.0206***	R_{t-8}	-0.0633***	R_{t-9}	-0.0206***	R_{t-8}	-0.0614***	R_{t-9}	-0.0195***
	(0.0133)		(0.0024)		(0.0108)		(0.0017)		(0.0117)		(0.0026)		(0.0128)		(0.0028)
	[-3.9082]		[-8.9153]		[-4.4934]		[-11.9823]		[-5.4096]		[-7.9207]		[-4.7823]		[-7.0691]
$TaxK_{t-5}$	-0.1265***	$TaxK_{t-7}$	-0.0150***									$TaxK_{t-5}$	-0.1125***	$TaxK_{t-7}$	-0.0206***
	(0.0238)		(0.0043)										(0.0346)		(0.0050)
	[-5.3133]		[-3.4893]										[-3.2545]		[-4.1305]
				$TaxL_{t-1}$	-0.3948***	$TaxL_{t-6}$	-0.0502***					$TaxL_{t-1}$	-0.3648***	$TaxL_{t-6}$	-0.0620***
					(0.0741)		(0.0119)						(0.0942)		(0.0171)
					[-5.3290]		[-4.2237]						[-3.8705]		[-3.6173]
								$TaxP_{t-5}$	-0.2344***	$TaxP_{t-8}$	-0.0247***	$TaxP_{t-5}$	-0.2186***	$TaxP_{t-8}$	-0.0178**
									(0.0341)		(0.0069)		(0.0338)		(0.0078)
									[-6.8682]		[-3.5557]		[-6.4572]		[-2.2885]
R ² Adj.	0.3585	R ² Adj.	0.9466	R ² Adj.	0.4170	R ² Adj.	0.9457	R ² Adj.	0.3810	R ² Adj.	0.9474	R ² Adj.	0.3392	R ² Adj.	0.9439
J-statistic			0.1960	J-statistic			0.1691	J-statistic			0.1965	J-statistic			0.1921
			p>0.99				p>0.99				p>0.99				p>0.99

Nota: Nível de significância marginal: *** denota 0.01, ** denota 0.05, e * denota 0.1. : Erro padrão entre parênteses, e estatística-t entre colchetes.

Os resultados observados confirmam a robustez das equações individuais.¹⁹ Todos os coeficientes têm sinais de acordo com o esperado pela teoria e possuem significância estatística. Além disso, observa-se que os coeficientes estimados têm magnitudes semelhantes àqueles obtidos nas estimações individuais dos modelos e os erros padrões são menores.

A partir das estimações dos sistemas GMM para *FBKF* e *GAP* os efeitos dos choques transmitidos pelas variáveis que compõem os modelos são sintetizados na tabela 7.²⁰ Os resultados mostram que o impacto imediato de maior magnitude sobre a formação bruta de capital fixo é transmitido pelo trabalho (0,62 p.b.). Em segundo lugar aparece o choque transmitido pelo gasto público em infraestrutura (0,49 p.b.). Tal como observado no caso das estimações individuais dos choques transmitidos pela taxa real de juros, as tributações sobre os rendimentos do capital, do trabalho, e do lucro têm impacto negativo sobre a formação bruta de capital fixo (0,47 p.b., 0,43 p.b., 0,51 p.b., e 0,52 p.b., respectivamente).

Tabela 7
Choques econômicos sobre FBKF e GAP

Variável	Desv. Pad.	GMM sistêmico para FBKF			GMM sistêmico para GAP		
		Coefficiente	Eq.(N.)	Efeito (p.b.)	Coefficiente	Eq.(N.)	Efeito (p.b.)
FBKF	0.0138				0.1371	1	0.1892
GI	0.0061	0.7951	1	0.4850			
L	0.0013	4.7499	2	0.6175			
R	0.0735	-0.0633	3	-0.4653	-0.0216	1	-0.1588
TAXK	0.0336	-0.1265	1	-0.4250	-0.0206	4	-0.0692
TAXL	0.0129	-0.3948	2	-0.5093	-0.0620	4	-0.0800
TAXP	0.0221	-0.2344	3	-0.5180	-0.0247	3	-0.0546

Em relação aos efeitos sobre hiato do produto, o destaque é o choque positivo imediato transmitido pela formação bruta de capital fixo (0,19 p.b.). Em contraste, um choque transmitido pela taxa real de juros reduz o hiato do produto em torno de 0,16 p.b. Por último, mas não menos importante, os choques negativos transmitidos pela tributação sobre os rendimentos do capital, tributação sobre os rendimentos do trabalho e tributação sobre os rendimentos do lucro, também não podem ser negligenciados.

7. Conclusão

O modelo teórico desenvolvido neste estudo mostrou que os gastos públicos em infraestrutura são capazes de estimular o investimento privado. Em contrapartida, um aumento na receita do governo para o financiamento de infraestrutura pública, por meio de um aumento nos impostos e na taxa de juros, pode levar a uma redução no investimento. Estas observações foram comprovadas por meio da análise empírica aplicada à economia brasileira. Em outras palavras os gastos públicos com infraestrutura tem um papel importante nas decisões de investimento privado, bem como sobre a atividade econômica.

É importante notar que os resultados deste estudo estão em linha com aqueles que destacam a importância de uma política fiscal focada em gastos públicos em infraestrutura (ver, por exemplo, Chatterjee e Morshed, 2011). Em particular, foi observado que os efeitos positivos sobre o investimento privado causado por um aumento nos gastos públicos em infraestrutura não são eliminados pelos efeitos negativos provenientes dos aumentos na taxa de juros e da carga tributária. Portanto, a provisão de infraestrutura pública é essencial para que economias em desenvolvimento, semelhantes à brasileira, possam evitar o risco de uma recessão econômica.

¹⁹ Instrumentos e defasagens são os mesmos utilizados nas estimações das equações individuais.

²⁰ Considerados os coeficientes de maior significância estatística entre os sistemas.

8. Referências

- AGÉNOR, P., (2010). “A theory of infrastructure-led development.” *Journal of Economic Dynamics & Control*, 34(5), 932-950.
- AGÉNOR, P., (2008a). “Health and infrastructure in a model of endogenous growth.” *Journal of Macroeconomics*, 30(4), 1407-1422.
- AGÉNOR, P., (2008b). “Fiscal policy and endogenous growth with public infrastructure.” *Oxford Economic Papers*, 60(1), 57-87.
- ASCHAUER, D., (1989). “Is public expenditure productive?” *Journal of Monetary Economics*, 23(2), 177-200.
- AZZIMONTI, M.A., SARTE, P.D., SOARES J., (2009). “Distortionary taxes and public investment when government promises are not enforceable”. *Journal of Economic Dynamics & Control*, 33(9), 1662-1681.
- BLANCHARD, O.J., PEROTTI, R. (2002). “An empirical characterization of the dynamic effects of changes in government spending and taxes on output”. *Quarterly Journal of Economics*, 117(4), 1329-1368.
- BLYDE, J.S., DAUDE, C., FERNÁNDES, E.A. (2010). “Output collapses and productivity Destruction.” *Review of World Economic*, 146(2), 359-387.
- BOGDANSKI J., TOMBINI, A.A., WERLANG, S.R.C. (2000) “Implementing Inflation Targeting in Brazil”. *Central Bank of Brazil*, Working Paper 1.
- BUFFIE, E.F., (1995). “Public investment, private investment, and inflation”. *Journal Economic Dynamics & Control*, 19(5-7), 1223-1247.
- CARDI, O., (2010). “A note on the crowding-out of investment by public spending.” *Macroeconomic Dynamics*, 14(4), 604-615.
- CHATTERJEE, S., MORSHED, A.K.M.M. (2011). “Infrastructure provision and macroeconomic performance”. *Journal of Economic Dynamics & Control*, 35(9), 1405-1423.
- CRAGG, J.G. (1983), “More efficient estimation in the presence of heteroscedasticity of unknown form.” *Econometrica*, 51(3), 751-763.
- DOMINGUEZ, B. (2007). “Public debt and optimal taxes without commitment”. *Journal of Economic Theory*, 135(1), 159–170.
- DUGGAL, V.G., SALTZMAN, C., KLEIN, L.R., (2007). “Infrastructure and productivity: An extension to private infrastructure and its productivity.” *Journal of Econometrics*, 140(2), 485-502.
- ERDEN, L., HOLCOMBE R.G., (2005). “The effect of public investment on private investment in developing economics”. *Public Finance Review*. 33(5), 575-607.
- HALL, R.E., JONES, C.I., (1999). “Why Do Some Countries Produce So Much More Output Per Worker Than Others?” *Quarterly Journal of Economics*, 114(1), 83-116.
- HALLSTEN, K. (1999). “Bank loans and the transmission mechanism of monetary policy.” *Sveriges Riksbank Working Paper*, N. 73.
- HANSEN, L.P., (1982). “Large sample properties of generalized method of moments estimators”. *Econometrica*, 50(4), 1029–1054.
- HEIJDR, B.J., MIERAU, J. (2010), “Growth effects of consumption and labor-income taxation in an overlapping-generations life-cycle model.” *Macroeconomic Dynamics*, 14(2), 151-175.
- ISMIHAN, M., OZKAN, F.G., (2010). “A Note on Public Investment, Public Debt, and Macroeconomic Performance.” *Macroeconomic Dynamics*, 15(2), 265-278.
- KEHOE, T.J., PRESCOTT, E.C. (2002). “Great depressions of the twentieth century.” *Review of Economic Dynamics*, 5(1), 1-18.
- KEOHANE N., ROY, B.V., ZECKHANSEN, R. (2006). “Managing the quality of a resource with stock and flow controls.” *Journal of Public Economics*, 91(3-4), 541-569.
- Khan, M.S., Kumar, M.S. (1997). “Public and private investment and the growth process in developing countries”. *Oxford Bulletin of Economic and Statistics*. 59(1), 69-88.
- KHAN, M.S., REINHART, C.M. (1990). “Private investment and economic growth in developing

- countries.” *World Development*, 18(1), 19-27.
- KOOP, G., PESARAN, M.H., POTTER, S.M. (1996). “Impulse response analysis in non-linear multivariate models”. *Journal of Econometrics*, 74(1), 119–147.
- KUNZE, L. (2010). “Capital taxation, long-run, and bequests.” *Journal of Macroeconomics*, 32(4), 1067-1082.
- MARRERO, G.A., (2008). “Revisiting the optimal stationary public investment policy in endogenous growth economies.” *Macroeconomic Dynamics*, 12(2), 172-194.
- MORRISON, C.J., SCHWARTZ, A.E. (1996). “State infrastructure and productive performance”. *American Economic Review* 86(5), 99–120.
- MOURMOURAS, A., RANGAZAS, P. (2009). “Fiscal policy and economic development”. *Macroeconomic Dynamics*, 13(4), 450-476.
- MUNNEL, A. (1992). “Infrastructure investment and economic growth.” *Journal of Economic Perspectives*, 6(4), 189-198.
- OECD/ECLAC/CIAT (2011). “Revenue Statistics in Latin America”, OECD Publishing.
- PESARAN, M.H., SHIN, Y. (1998). “Generalized impulse response analysis in linear multivariate models”. *Economic Letters*, 58(1), 17–29.
- RIVAS, L.A. (2003). “Income taxes, spending composition and long-run growth.” *European Economic Review*, 47(3), 477–503.
- SEATER, J.J. (1993). “Ricardian Equivalence.” *Journal of Economic Literature*, 31(1), 142-190.
- WELFE, W. (2011). “Long-term macroeconomic models The case of Poland”. *Economic Modelling*, 28(1-2), 741-753.
- ZEE, H. H. (2009). “Optimal tax and expenditure policies in a market economy with life-cycle savings Revisiting the golden rule”. *Journal of Economic Studies* 36(3), 265-283.

Apêndice

Tabela A.1
Teste de raiz unitária (ADF, PP, e KPSS)

	ADF					Phillips-Perron					KPSS				
	Lags	I/T	Teste	V.C. 5%	V.C. 10%	Lags	I/T	Teste	V.C. 5%	V.C. 10%	Lags	I/T	Teste	V.C.10%	V.C. 5%
FBKF	1		-2.6087	-1.9435	-1.6149	4		-4.1279	-1.9435	-1.6150	8	I/T	0.0623	0.1190	0.1460
GAP	3		-4.8215	-1.9436	-1.6149	8		-2.8019	-1.9435	-1.6150	8	I	0.0431	0.3470	0.4630
GI	3		-3.5501	-1.9436	-1.6149	5		-3.1831	-1.9435	-1.6150	8	I	0.0503	0.3470	0.4630
L	2	I	-3.9669	-2.8861	-2.5799	8		-0.3860	-1.9435	-1.6150	9	I/T	0.1020	0.1190	0.1460
R	0		-6.7513	-1.9435	-1.6150	9		-6.1770	-1.9435	-1.6150	2	I	0.0896	0.3470	0.4630
TAXK	0		-8.1700	-1.9435	-1.6150	0		-8.1700	-1.9435	-1.6150	3	I	0.1278	0.3470	0.4630
TAXL	0		-8.9520	-1.9435	-1.6150	4		-9.3984	-1.9435	-1.6150	4	I	0.0769	0.3470	0.4630
TAXP	0		-6.6019	-1.9435	-1.6150	7		-6.5025	-1.9435	-1.6150	7	I	0.1158	0.3470	0.4630

Nota: V.C. é o valor crítico. Teste Augmented Dickey–Fuller ampliado (ADF) — a escolha final das defasagens foram feitas com base no critério de Schwarz. Os testes Phillips-Perron e KPSS - defasagem pela escolha truncada das defasagens por Bartlett kernel. Com base no critério de Schwarz, foi aplicado intercepto (I) ou tendência temporal (T).

Tabela A.2
Teste OLS – FBKF

	Especificação 1		Especificação 2		Especificação 3		Especificação 4	
	F-stat	Prob.	F-stat	Prob.	F-stat	Prob.	F-stat	Prob.
Ramsey RESET (1)	0.0843	0.7721	0.0857	0.7703	0.0842	0.7722	0.1729	0.6784
Breusch-Pagan-Godfrey	0.5056	0.7317	1.1426	0.3405	0.5143	0.7253	0.8155	0.5602
ARCH (1)	0.1127	0.7377	0.4040	0.5263	0.0765	0.7825	0.4102	0.5232
ARCH (2)	3.6404	0.0295	3.8511	0.0242	1.6262	0.2015	1.6013	0.2064
ARCH (3)	2.6074	0.0555	2.6684	0.0514	1.3437	0.2642	1.1758	0.3225
ARCH (4)	2.5201	0.0456	2.5331	0.0447	1.2473	0.2956	1.0970	0.3621
ARCH (5)	2.2069	0.0592	2.1065	0.0706	1.1699	0.3292	0.9602	0.4459
ARCH (6)	1.7803	0.1107	1.7312	0.1214	0.9300	0.4770	0.7587	0.6040
ARCH (7)	1.4535	0.1930	1.4194	0.2061	0.7512	0.6293	0.6079	0.7482
ARCH (8)	1.3887	0.2112	1.3464	0.2303	0.7512	0.6463	0.6356	0.7460
LM (1)	37.2773	0.0000	36.9668	0.0000	33.5114	0.0000	35.2527	0.0000
LM (2)	25.4002	0.0000	25.7651	0.0000	22.4654	0.0000	23.1899	0.0000
Jarque Bera	6.1727	0.0457	4.3681	0.1126	8.8660	0.0119	6.7662	0.0339

Tabela A.3
Teste para defasagem do VAR - SC e HQ

Lag	FBKF		Lag	GAP	
	SC	HQ		SC	HQ
0	-41.9355	-42.0359	0	-28.8635	-28.9496
1	-45.7572*	-46.5603*	1	-32.2733*	-32.8757*
2	-44.8246	-46.3305	2	-31.6399	-32.7586
3	-43.3430	-45.5516	3	-30.4530	-32.0880
4	-41.8927	-44.8042	4	-29.3637	-31.5150
5	-40.4682	-44.0824	5	-28.4564	-31.1240
6	-39.4257	-43.7426	6	-27.6051	-30.7890
7	-38.6739	-43.6935	7	-26.7086	-30.4088
8	-37.6812	-43.4037	8	-25.9701	-30.1867

Nota: (*) Indica a ordem de defasagem selecionada pelo critério. SC – Schwarz criterion. HQ – Hannan-Quinn.

Tabela A.4
Teste OLS – GAP

	Especificação 1		Especificação 2		Especificação 3		Especificação 4	
	F-stat	Prob.	F-stat	Prob.	F-stat	Prob.	F-stat	Prob.
Ramsey RESET (1)	0.0820	0.7751	0.0930	0.7610	0.1054	0.7460	0.0869	0.7687
Breusch-Pagan-Godfrey	6.3571	0.1771	1.9030	0.1152	1.6791	0.1602	1.6791	0.1602
ARCH (1)	1.1936	0.2770	0.9814	0.3241	1.0602	0.3054	2.0040	0.1398
ARCH (2)	2.1055	0.1268	1.9829	0.1427	2.0040	0.1398	2.0040	0.1398
ARCH (3)	1.3929	0.2491	1.3196	0.2720	1.3200	0.2719	1.3200	0.2719
ARCH (4)	1.0943	0.3634	1.0213	0.4000	1.0310	0.3950	1.0310	0.3950
ARCH (5)	1.2860	0.2758	1.1699	0.3292	1.2220	0.3043	1.2220	0.3043
ARCH (6)	1.2172	0.3039	1.1675	0.3299	1.2131	0.3060	1.2131	0.3060
ARCH (7)	1.2051	0.3074	1.1308	0.3503	1.1396	0.3450	1.1396	0.3450
ARCH (8)	1.1169	0.3590	1.0385	0.4130	1.0472	0.4068	1.0423	0.4068
LM (1)	61.1409	0.0000	60.8243	0.0000	62.2913	0.0000	62.2913	0.0000
LM (2)	31.0943	0.0000	31.5765	0.0000	32.2427	0.0000	32.2427	0.0000
Jarque Bera	5.8028	0.0549	5.6596	0.0590	5.6168	0.0603	5.6167	0.0603

Figura A.1

Teste de estabilidade do VAR para FBKF e GAP

