

# Investimento Público e Privado no Brasil: Evidências dos Efeitos *Crowding-In* e *Crowding-Out* no Período 1995-2006

Cláudia Maria Sonaglio

*Professora da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Doutoranda em Economia Aplicada – Universidade Federal de Viçosa (Bolsista FUNDECT-MS), Brasil*

Marcelo José Braga

*Professor Associado da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Brasil*

Antonio Carvalho Campos

*Professor Titular da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Brasil*

---

## Resumo

Este estudo analisou as evidências dos efeitos *crowding-in* e *crowding-out* na economia brasileira para o período de 1995-2006, utilizando a metodologia de Modelo de Correção de Erro Vetorial (VECM). As variáveis taxa de juros, carga tributária e preço médio dos bens de capital têm efeito negativo sobre os investimentos, indicando que políticas visando a redução de carga tributária, subsídios aos bens de capital e redução de taxas de juros podem influenciar positivamente os investimentos a fim de alavancar o crescimento sustentado da economia. Observa-se a existência de efeitos *crowding-out* entre os investimentos públicos e privados na economia brasileira.

*Palavras-chave:* Efeitos *Crowding-Out/In*, Estacionariedade, Cointegração, Investimento Público, Investimento Privado

*Classificação JEL:* E22, H54

---

## Abstract

This study analyzed the evidences of the crowding-in and crowding-out effects in the Brazilian economy for the period of 1995-2006, using of the Vectorial Error Correction Model (VECM). The variables interest rate, tax burden and average price of the capital goods have negative effect on the investments, indicating that politics seeking to reduction of the tax burden, subsidies to capital goods and reduction of interest rates can influence the investments positively in order to leverage the sustained growth of the economy. The existence of effects crowding-out is observed among the public investments and private in the Brazilian economy.

---

## 1. Introdução

É amplamente reconhecido o papel de destaque desempenhado pela formação de capital no crescimento econômico sustentável de uma nação. O investimento em capital fixo é um componente fundamental na determinação do produto, emprego e renda, pois promove o aumento da capacidade produtiva e a expansão do nível de atividade econômica.

Uma questão relevante no núcleo duro das discussões de política macroeconômica refere-se aos efeitos da política fiscal sobre o nível de produto. Desde o trabalho seminal de Barro *apud* Argimón et alii (1997), questões referentes à produtividade dos gastos públicos e seus efeitos sobre os investimentos privados têm sido objeto de pesquisas e controvérsias. Discussões sobre a qualidade dos gastos governamentais e como estes são direcionados na economia, apontam resultados ambíguos em relação à participação dos mesmos no crescimento econômico. Se por um lado gastos públicos alavancam a demanda, por outro, podem ocasionar a substituição dos investimentos privados quando são concorrentes em termos de recursos.

Investimentos públicos associados à geração de infraestrutura (transportes, comunicações, energia elétrica) e na formação de capital humano induzem um aumento da produtividade do capital privado. Além disso, ao elevar a demanda agregada, incentiva o investimento privado através do incremento da demanda e, conseqüentemente, provoca o crescimento do produto e da poupança na economia. Esse efeito positivo do dispêndio público sobre o capital privado é chamado de efeito *crowding-in* ou de complementaridade. Todavia, se o investimento do setor público compete por recursos físicos e financeiros com o setor privado, isso pode gerar uma redução do investimento privado, resultando no efeito *crowding-out* ou de substituição. Essa dicotomia desperta o interesse nos estudos empíricos a fim de apontar a direção da relação entre esses investimentos e, assim, dar subsídios à elaboração de políticas que estimulem o investimento agregado.

No Brasil, historicamente, o setor público foi ativo na realização de investimentos, especialmente nos setores estratégicos da economia (energia, mineração, siderurgia, entre outros), além dos investimentos em infraestrutura, o que, segundo as predições acima expostas, podem incentivar os investimentos privados e o crescimento econômico. Por outro lado, uma característica marcante do País é a elevada taxa de juros praticada a fim de atender aos objetivos de estabilização da economia - especialmente após 1994 - e financiar os gastos correntes da “máquina” administrativa. A manutenção de elevadas taxas de juros visando uma maior remuneração dos títulos públicos com finalidade de financiar os gastos correntes do setor, além de encarecer o investimento privado pela elevação de custos, causa um desestímulo ao investimento produtivo diante das possibilidades de ganhos imediatos por vias de especulação. Mesmo com a existência de taxas de longo prazo subsidiadas para os investimentos produtivos (TJLP), o investimento privado

---

\* Recebido em maio de 2009, aprovado em julho de 2010.  
E-mail address: claudia.sonaglio@gmail.com

move-se a passos lentos diante da necessidade de investimentos para alavancar o crescimento sustentado da economia nacional.

Os investimentos produtivos no Brasil apresentam taxas equivalentes a países com economias maduras (cerca de 18%), o que não é condizente com um país emergente que precisa crescer de forma sustentada, a fim de gerar renda e emprego para a população. Estima-se, de acordo com Bicudo (2007), que para aproximar a taxa potencial de crescimento da economia brasileira aos percentuais de 6 a 11% atingidos pelas principais economias emergentes do mundo, seria necessária uma taxa de investimento em torno de 22% do PIB; o que demandaria a elevação da poupança interna.

Merece destaque ainda, como outro contraincentivo ao investimento produtivo, a elevada carga tributária nacional, que tem registrado aumentos sistemáticos desde os anos de 1980, evoluindo algo em torno de 28% do produto interno bruto (PIB) para cerca de 35%;<sup>1</sup> recursos estes direcionados, em grande parte, à manutenção de gastos correntes. Mesmo com significativos percentuais de carga tributária, a tributação líquida direcionada ao financiamento dos bens públicos é ínfima diante da necessidade de investimento cogente para o crescimento.

A compreensão do comportamento dos investimentos em capital fixo no Brasil depende do estudo sobre os principais fatores que influenciam as decisões de investir. Assim, compreender o comportamento do investimento, em especial o do setor privado – dado que as decisões de investir, nesse caso, são endógenas –, implica em identificar as reações de investimento em relação às variáveis tributárias, preço dos bens de capital, além de determinar o tipo de relacionamento existente entre o investimento público e o privado (de complementaridade ou de substitutibilidade).

No Brasil, estudos realizados por Jacinto e Ribeiro (1998), Santos e Castro Pires (2007) e Bicudo (2007) buscam estimar o comportamento dos investimentos na economia brasileira e verificar a existência dos efeitos *crowding-out/in*. No entanto, estes apontam apenas as elasticidades dos investimentos e a existência ou não dos efeitos com as variáveis clássicas do estudo macroeconômico, a saber: taxa de juros, formação bruta de capital público e privado além do PIB.

Dada a relevância da discussão sobre as necessidades de investimentos para o crescimento econômico do País, este estudo visa analisar as evidências dos efeitos *crowding-in* e *crowding-out* na economia brasileira para o período de 1995-2006 e estimar os efeitos dinâmicos do investimento (público e privado), utilizando um Modelo de Correção de Erro Vetorial (VECM). O VECM é um modelo dinâmico que indicará como o investimento (público e privado) se ajusta diante de choques aleatórios não captados pelas variáveis explicativas, e fornecerá informação sobre a velocidade de adaptação dos investimentos em direção ao equilíbrio de longo prazo.

Assim, o caráter inovador deste estudo será investigar os efeitos das variáveis que envolvem custo dos investimentos (carga tributária e preço médio dos bens de capital), o que poderá auxiliar na elaboração de políticas públicas que favoreçam

---

<sup>1</sup> Carta do IBRE, *Conjuntura Econômica* v.62, n.8, ago. 2008.

a ampliação dos investimentos necessários para a geração de empregos e renda na economia brasileira. Desse modo, o estudo busca responder:

- (1) qual é a direção da relação entre os investimentos públicos e privados no Brasil; existe aumento no investimento privado, dado a elevação da produtividade marginal decorrente dos investimentos públicos ou os investimentos concorrem por recursos na economia?;
- (2) qual é a reação dos investimentos às variáveis de custos: carga tributária média e preço médio dos bens de capital; e
- (3) como os investimentos reagem às variações de taxa de juros.

O trabalho segue estruturado em três seções, além dessa Introdução. Na Seção dois, apresenta-se uma revisão sobre as principais teorias de investimento, seguido pelo referencial analítico utilizado no estudo. Na Seção 4, discutem-se as evidências empíricas para o Brasil, e, por fim, apresentam-se as Considerações Finais.

## 2. Teorias de Investimento <sup>2</sup>

### 2.1. *O modelo Keynesiano*

O modelo Keynesiano foi precursor em considerar o investimento como uma variável endógena que responde às mudanças de outras variáveis. Em sua Teoria Geral, Keynes preconiza que o empresário tomaria a decisão de investir baseado na comparação da eficiência marginal do capital (taxa de retorno esperada) e o custo de oportunidade do capital; este mensurado pela taxa de juros ou retornos obtidos em outros investimentos. Assim, ao decidir investir, o empresário necessita “prever” o comportamento futuro do mercado do bem a ser produzido, incorporando a incerteza no processo de decisão.

Destaca-se, nesse sentido, a importância das expectativas decorrente do hiato temporal existente entre a tomada de decisão de investir e sua efetivação, bem como do contexto da tomada de decisão e o ambiente existente após sua realização. Sob essas condições, a decisão de investir opera em ambiente de incerteza que requer suposições sobre o comportamento das variáveis, agregando ao investimento, caráter volátil.

As flutuações do investimento, e, por sua vez, da demanda agregada na economia, ocorrem pela escolha intertemporal entre a preferência pela liquidez ou a efetivação do investimento. Esta depende da comparação entre os retornos futuros esperados e a taxa de juros. A teoria Keynesiana de investimento forneceu diversos conceitos que foram essenciais para o desenvolvimento de teorias que buscam compreender os determinantes do investimento.

---

<sup>2</sup> Esta seção está amplamente baseada nos Manuais de Macroeconomia de Blanchard (2007), Dornbusch e Fischer (2005), Froyen (2005), além dos estudos de Alves e Luporini (2007), Bicudo (2007) e Melo e Rodrigues Júnior (1998).

## 2.2. Modelo do acelerador dos investimentos

Difundido nos anos 1950 e início dos 1960 juntamente com o modelo de crescimento simples, o modelo do acelerador flexível preconiza que o investimento é uma proporção linear das mudanças no produto, de modo que o investimento líquido é proporcional à variação do nível de produto, de forma que:

$$I = \Delta K = \alpha \Delta Y \quad (1)$$

em que  $\alpha$  é a relação incremental capital-produto ( $K/Y$ ), suposta constante.

Pode-se chegar a um resultado análogo postulando que o estoque de capital desejado ( $K^*$ ) tem uma relação estável com o nível de produção. Assim:

$$K^* = \alpha Y \quad (2)$$

$$I = K_{+1}^* - K = \alpha Y_{+1} - \alpha Y = \alpha (Y_{+1} - Y) = \alpha \Delta Y \quad (3)$$

O modelo do acelerador dos investimentos é falho ao não considerar a existência de defasagens no processo de tomada de decisão e implementação do investimento privado, além de não considerar que o volume de investimento corrente apenas ajusta parcialmente o estoque de capital atual a seu nível desejado. Em outras palavras, o nível de capital atual depende do seu nível no período anterior.

Estas limitações implicaram nas incorporações de defasagens no modelo inicial, sendo então chamado de Modelo do Acelerador Flexível, de forma que:

$$K - K_{-1} = I = \lambda (K^* - K_{-1}) \quad (4)$$

em que  $0 < \lambda < 1$  indica a velocidade de ajustamento do estoque de capital. A equação de investimento obtida é dada por:

$$I = \lambda [\alpha Y - K_{-1}] \quad (5)$$

Observando as equações (3) e (5), verifica-se que no modelo simples o ajustamento era automático  $\lambda = 1$ . Mesmo com essas alterações, o modelo não incorpora questões importantes como o custo do capital, a rentabilidade e as expectativas.

## 2.3. Teoria neoclássica do investimento

De acordo com a abordagem neoclássica, em um ambiente competitivo as empresas determinam o investimento ótimo em função do nível de produto ( $Y$ ) e do custo de capital ( $C_k$ ), dado por: preço dos bens de capital, taxa de juros, tributação/subsídios sobre os bens de capital e pela depreciação utilizada, obtendo-se a seguinte função:

$$K^* = f(Y, C_k) \quad (6)$$

O estoque de capital desejado pode ser derivado utilizando uma função tipo Cobb-Douglas com retornos constantes, chegando-se à seguinte equação:

$$K^* = \alpha Y / C_k \quad (7)$$

em que  $\alpha$  reflete a parcela de capital na função de produção. A firma investiria até o momento em que a produtividade marginal do capital se igualasse ao custo do capital, segundo os pressupostos de otimização competitiva.

#### 2.4. Teoria “q” de Tobin

De acordo com Tobin (1969), o nível de investimento deveria ser uma função crescente da razão entre o valor da firma e o custo de compra dos equipamentos e estruturas nos seus respectivos mercados. Essa razão denominada “q” de Tobin representa a relação entre o aumento no valor da firma resultante da instalação de uma unidade adicional de capital e seu custo de reposição, ou seja:

$$q = \frac{\lambda}{p} \quad (8)$$

em que  $\lambda$  é o incremento no valor da firma pela adição de uma unidade de capital e  $p$  é o custo desta unidade de capital.

Na abordagem de Tobin a taxa de juros sobre os títulos não é um determinante das decisões de investir por si só, mas quando o incremento no valor de mercado da firma exceder o custo de reposição, as firmas desejarão aumentar seu estoque de capital.

#### 2.5. Abordagem de opções

No modelo neoclássico a taxa de juros desempenha papel fundamental para a determinação dos investimentos, porém as abordagens recentes têm incluído a incerteza e a irreversibilidade nas decisões de investir.

A contribuição de Dixit e Pindyck (1994), denominada Abordagem de Opções, considera a decisão de investir num contexto de incerteza envolvendo o exercício de uma espécie de opção de compra (a opção de esperar por nova informação).

A firma, quando tem a oportunidade de investimento, assemelha-se a um investidor que tem uma opção de compra, com direito – mas não obrigação – a determinado preço em data futura de efetivar sua opção. O exercício dessa opção é um valor que deve ser mensurado/precificado e sua perda deve ser considerada como custo de oportunidade e incluída no custo do investimento. Desse modo, o agente procura equilibrar o valor de espera por novas informações com o custo de oportunidade de adiar a decisão de investir. A incerteza desempenha importante papel dado a irreversibilidade desta decisão e a existência de custos irrecuperáveis (*sunk costs*).

O investimento da firma seria como a opção de esperar por mais (e melhores) informações sobre o projeto em análise, o que implica na *timing* de investir. A questão central é quantificar o valor dessa opção. Na precificação de opções considera-se, além do preço do ativo objeto (de exercício e de vencimento), a taxa de juros e a volatilidade.

Quando a firma exerce a opção e deixa de existir, seu valor também desaparece, sendo que essa perda de valor também pode ser incluída no custo do investimento. Assim, a regra do valor presente líquido (VPL) é reformulada no sentido que, ao invés de investir quando o VPL é positivo – isto é, o valor de uma unidade de capital é maior que o custo de instalação –, deve-se considerar um novo elemento, que é o custo de manter a opção viva (não exercê-la).

### 3. Metodologia

#### 3.1. Especificação do modelo

O estudo pioneiro de Aschauer (1989) buscou identificar a elasticidade do produto com respeito ao estoque de capital público para os EUA. Esta tentativa de mensurar o retorno do investimento público sobre a atividade agregada da economia e a tentativa de capturar os efeitos *crowding-out/in* demonstrou que os investimentos públicos influenciam positivamente o investimento privado naquele país.

A metodologia utilizada por Aschauer (1989), baseada na abordagem estrutural (da então chamada abordagem da função de produção), foi revisada por não permitir captar os efeitos interativos entre as variáveis, que, no caso da análise de investimentos, não podem ser consideradas como exógenas. Diante dessa limitação, os estudos técnicos passaram a fazer uso da metodologia de Vetor Autorregressivo (VAR). Segundo Kamps (2004), as principais vantagens de estimar por esta metodologia podem ser sumarizadas em três tópicos:

- (i) não impõe relação causal entre as variáveis a priori;
- (ii) os efeitos sobre o produto de uma mudança no capital público resultam de uma interação entre as variáveis do modelo; e
- (iii) não se assume a existência de apenas um relacionamento de curto prazo entre as variáveis. O modelo VAR busca responder qual é a trajetória da série, dado um choque estrutural (Bueno 2008).

Uma estimativa pelo modelo VAR, segundo Lütkepohl e Krätzig (2004), considera as variáveis como endógenas, não sendo estabelecida relação causal entre as variáveis. No entanto, em alguns casos, podem ser preditas restrições por meio de técnicas estatísticas, de acordo com as convicções teóricas. Nesse estudo, considera-se uma pequena direção causal entre as variáveis, sendo o investimento público considerado como a variável mais endógena no modelo, seguida dos investimentos privados, PIB, preço do capital, carga tributária e taxa de juros, a fim de mostrar os efeitos diretos e indiretos dos investimentos, bem como os efeitos de curto e de longo prazo.

O modelo VAR padrão pode ser escrito como:

$$X_t = c + \sum_{i=1}^p A_i X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (9)$$

em que  $X_t$  denota o vetor ( $6 \times 1$ ) das 6 variáveis endógenas dadas por  $X_t \equiv [\log Ipub, \log Ipriv, \log PIB, \log PK, \log Ctrib, \log TJLP]$ ;  $c$  é o vetor ( $6 \times 1$ ) dos termos de intercepto;  $A$  é a matriz de coeficientes autorregressivos de ordem ( $6 \times 1$ ); e  $\varepsilon$  o vetor de termos de perturbações aleatórias que representa as formas reduzidas dos resíduos de MQO. No modelo VAR tem-se uma equação para cada variável em função de seus valores defasados e dos valores defasados das demais variáveis. Um VAR tem duas dimensões:

- i) número de variáveis ( $k$ ) e
- ii) número de defasagens ( $\rho$ ). A definição do número de defasagens  $\rho$  é obtida pelos critérios de informação usual.

### 3.1.1. Estacionariedade das séries

As estimativas econométricas utilizando dados de séries temporais pressupõem que estas sejam resultantes de um processo estocástico estacionário. Considerando um modelo autorregressivo (AR) de ordem  $\rho$ , tem-se uma equação característica em  $L$  (operador de defasagem); para o caso de um AR(1), o grau do polinômio é um, indicando a existência de apenas 1 raiz unitária. Desse modo, um AR( $\rho$ ) apresenta  $\rho$  raízes características. Se uma série temporal apresentar pelo menos uma raiz característica igual à unidade, a série será não estacionária.

Os testes de estacionariedade buscam identificar a presença de raiz unitária nas séries temporais. O teste pioneiro foi desenvolvido por Dickey e Fuller e tem validade apenas para modelos AR(1). Considerando:

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + u_t \quad (10)$$

O método de DF consiste em testar se  $\rho$  é estatisticamente igual a um ( $\rho = 1$ ), para isso utiliza-se a tabela calculada por Dickey e Fuller através de simulações de Monte Carlos. Se estatisticamente  $\rho = 1$ , a série possui raiz unitária, sendo não estacionária. Nesse caso, deve-se tomar a primeira diferença da série, ou subtrair  $Y_{t-1}$  de ambos os lados da equação para obter:

$$\Delta Y = \delta Y_{t-1} + u_t \quad (11)$$

em que  $\delta = \rho - 1$ , de modo que se  $\rho = 1$ ,  $\delta = 0$ . O termo  $u_t$  é o termo de erro com propriedades ruído branco [ $u_t \sim iid(0, \sigma)$ ]. Vale ressaltar a necessidade da especificação do teste, observando a inclusão de intercepto e tendência e a utilização correta da tabela de simulações. A fim de superar as limitações do teste, Dickey e Fuller reformularam o mesmo para captar a presença de autocorrelação e testar a presença de raiz unitária em modelos AR de ordem superior a um, sendo denominado de teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF), para o qual vale a mesma hipótese nula de presença de raiz unitária e os valores críticos da simulação DF.

Algumas variáveis podem apresentar alterações em sua trajetória ao longo do tempo devido a mudanças políticas ou na estrutura econômica, apresentando, assim, quebra estrutural. Na presença de mudança estrutural, o poder dos testes de raiz unitária tradicionais (AD e ADF) fica comprometido. Essa observação torna-se importante, pois a presença de quebra estrutural interfere negativamente no poder do teste ao invalidar as pressuposições assumidas sobre o termo de erro (Maddala e Kim 1998). Para testar a presença de raiz unitária nessas situações, Lütkepohl e Krätzig (2004) apresentam uma metodologia específica dada por:

$$Y_t = \mu_0 + \mu_1 t + f_t(\theta)' \gamma + \varepsilon_t \quad (12)$$

em que o termo  $f_t(\theta)' \gamma$  é uma função de demanda estrutural com parâmetros desconhecidos  $\theta$  e  $\gamma$ ; e  $\varepsilon$  é um termo de erro gerado por processo AR( $p$ ).

A função de mudança estrutural é baseada em uma variável *dummy* para representar a quebra em determinado período, cabendo ao pesquisador definir a data da mudança estrutural em uma determinada data  $T_B$ . Essa função é representada por:

$$f_t = d_{1t} = \begin{cases} 0, & t < T_B \\ 1, & t \geq T_B \end{cases} \quad (13)$$

Assim definido, o modelo (12) é estimado por Mínimos Quadrados Generalizados (MQG), obtendo-se o termo de resíduo que representa a série original sem os termos determinísticos de intercepto, tendência e quebra estrutural, sendo que nesta série ajustada aplica-se o teste ADF tradicional, utilizando os valores críticos propostos por Lanne et alii (2002) *apud* Lütkepohl e Krätzig (2004).

Visto que a estacionariedade é uma importante propriedade para a inferência no estudo com dados de séries temporais, as séries não estacionárias são ditas integradas de ordem  $d$  [ $X_t \sim I(d)$ ], de modo que, para se tornarem estacionárias, estas devem ser diferenciadas  $d$  vezes (Engle e Granger 1987).

### 3.1.2. Modelo de correção de erro vetorial (VECM)

No caso das séries serem não estacionárias, poderá haver uma combinação linear que apresente um significado econômico se a combinação de séries não estacionárias de ordem  $I(d)$  gerar um resíduo estacionário  $I(d - 1)$ . Se isso ocorrer, diz-se que as séries são cointegradas, isto é, apresentam uma relação de equilíbrio de longo prazo, de modo que deverá haver um mecanismo que influencia a trajetória de curto prazo dessas variáveis, a fim de garantir que o equilíbrio no longo prazo seja atingido. Esse mecanismo é chamado de Vetor de Correção de Erros (Greene 2008).

Tendo definido as variáveis como cointegradas é possível estabelecer a relação de correção de erro dada por:

$$\Delta Y_t = f(\Delta X_t) + \alpha \varepsilon_{t-1} + v_t \quad (14)$$

em que  $\alpha$  = coeficiente de ajustamento. Esse coeficiente representa a parcela do desequilíbrio que é corrigida a cada período.

Para o caso multivariado, Johansen (2005) desenvolveu uma metodologia por máxima verossimilhança que permite a estimação do VECM simultaneamente com os vetores de cointegração (Bueno 2008). Considerando um VAR ( $p$ ) com  $k$  variáveis medidas em termos dos desvios das médias, tem-se:

$$\Delta X_t = \mu + \Pi X_{t-1} + D_1 \Delta X_{t-1} + \dots + D_{p-1} X_{t-p+1} + v_t \quad (15)$$

em que  $D_t = \sum_{j=i+1}^p A_j$  e  $\Pi = -I + \sum_{i=1}^p A_i$ . Para que haja cointegração, as linhas da matriz  $\Pi$  não devem ser todas linearmente independentes, sendo  $\Pi$  uma matriz singular, com posto ou ranking ( $r$ ) menor que  $k$  ( $\Pi < k$ ). Desse modo, se  $0 < r < k$ , existem combinações lineares estacionárias que fornecem  $r$  vetores de cointegração. Se existir  $r < k$ , pode-se mostrar que existem matrizes  $\alpha_{k \times r}$  e  $\beta_{r \times k}$ , tais que  $\Pi_{k \times k} = \alpha_{k \times r} \beta'_{r \times k}$ . Essa matriz, quando substituída no VAR reparametrizado, forma o modelo de correção de erros vetorial, ou seja, o VECM é um VAR com as restrições de cointegração entre as variáveis.

O modelo econométrico estimado para analisar a existência dos efeitos *crowding-in/out* é especificado a seguir, utilizando uma especificação híbrida das teorias de investimento apresentadas anteriormente:<sup>3</sup>

$$lIpub = \alpha_0 + \beta_1 lIpriv + \beta_2 lPIB + \beta_3 lPK + \beta_4 lCtrib + \beta_5 TJLP + \varepsilon \quad (16)$$

em que:  $lIpub$  = logaritmo da formação bruta de capital público;  $lIpriv$  = logaritmo da formação bruta de capital privado;  $lPIB$  = logaritmo do Produto Interno Bruto;  $lPK$  = logaritmo do preço médio dos bens de capital;  $lCtrib$  = logaritmo da Carga tributária média da economia; e  $TJLP$  = Taxa de Juros de Longo Prazo.

O modelo busca captar, além dos efeitos *crowding in/out*, a sensibilidade do investimento público e privado às variáveis de preço médio do capital e carga tributária, que são tidas como determinantes do volume de investimento. Assim, os sinais esperados para os coeficientes, de acordo com as previsões teóricas, são:  $\beta_1 >$  ou  $<$  0, não sendo estabelecida uma relação a priori, pois depende da direção do efeito do investimento público sobre o privado (e vice-versa), sendo que, no caso de  $\beta_1 >$  0, registra-se efeito de complementaridade (*crowding-in*) e, ao oposto,  $\beta_1 <$  0 ocorreria o efeito substituição (*crowding-out*);  $\beta_2 >$  0, de modo que o aumento no PIB provocará um aumento nos investimentos (públicos ou privados), o que, de acordo com a teoria do acelerador do investimento, mais produção requer mais investimentos;  $\beta_3 <$  0, dado a elevação do preço dos bens de capital tem uma relação negativa com o volume de investimentos; para o  $\beta_4$ , não será estabelecido, a priori, um comportamento em relação ao investimento público, visto que o aumento na carga tributária deveria elevar o volume de recursos do governo e, assim, aumentar os investimentos. Porém, grande parte dos recursos

<sup>3</sup> Para o estudo dos efeitos de *crowding-in/out* nos investimento privado o modelo utilizado será:  $lIpriv = \alpha_0 + \beta_1 lIpub + \beta_2 lPIB + \beta_3 lPK + \beta_4 lCtrib + \beta_5 TJLP + \varepsilon$

captados pelo Estado é direcionada a gastos correntes, o que não permite inferir sobre o sinal do coeficiente  $e$ , no caso dos investimentos privados, ocorreria  $\beta_4 < 0$ , pois a elevação da tributação elevaria os custos das firmas e seria um contraincentivo para o investimento,  $\beta_5 < 0$ , indicando o impacto adverso do custo de utilização do capital sobre as decisões de investir.

### 3.1.3. Variáveis utilizadas e fonte de dados

Uma das grandes limitações dos estudos sobre os efeitos de complementaridade ou substituição entre os investimentos público e privado é a carência de dados desagregados de formação bruta de capital fixo (FBCF) público e privado. Este estudo utiliza a base estruturada por Santos e Castro Pires (2007). Os autores construíram medidas trimestrais para a FBCF pública e privada brasileira com base nas contas nacionais, utilizando dados já revisados pela nova metodologia de mensuração do PIB adotada pelo IBGE.

O modelo inclui as séries trimestrais de variáveis macroeconômicas tradicionais: investimento público (formação bruta de capital pública), investimento privado (formação bruta de capital privada), PIB e taxa de juros (TJLP). As séries de investimento (público e privado) encontram-se deflacionadas pelo “pseudo-deflator” trimestral da FBCF. Além destas, considerou-se a tributação (estimativa da carga tributária bruta trimestral total da economia medida como percentagem do PIB) e uma *Proxy* do preço relativo dos bens de capital dada pelo logaritmo *neperiano* da razão entre o “IPA-DI Bens de Produção” e o “IGP-DI”, ambos da Fundação Getulio Vargas, como determinantes do custo dos investimentos. A série de TJLP real foi obtida junto ao Ipeadata; para as análises consideram-se os logaritmos neperianos das séries.

## 4. Resultados e Discussão

Neste estudo, para testar a estacionariedade das séries, fez-se uso do teste Dickey-Fuller Aumentado.<sup>4</sup> Os resultados apresentados na Tabela 1 indicam que as séries são integradas de ordem um,  $I(1)$ , ou seja, estacionárias em primeira diferença com nível de significância estatística de 1%. A série de TJLP registrou quebra estrutural no quarto trimestre de 2002, porém o teste de raiz unitária com quebra estrutural mostra a série estacionária em primeira diferença, com 1% de significância estatística.

Como analisado anteriormente, as séries utilizadas neste estudo não são estacionárias em nível, assim, é possível testar a cointegração para obter o VECM e estimar os efeitos dinâmicos de curto prazo, bem como o equilíbrio de longo prazo<sup>5</sup> para os investimentos públicos e privados. A cointegração foi testada pelo método de Johansen (2005), utilizando 6 variáveis, de modo que poderia haver

<sup>4</sup> Os testes foram realizados com o auxílio dos softwares Eviews 5.0 e JMulti 4.0.

<sup>5</sup> As equações de equilíbrio de longo prazo não serão discutidas, mas estão apresentadas no Apêndice 1.

Tabela 1

Teste de raiz unitária – ADF

	Variáveis em nível			Variáveis em 1ª diferença		
	$\tau$	$\tau\mu$	$\tau\tau$		$\tau\mu$	quebra estrutural
Ipub	-0.2222	-2.8000	-2.8000	Ipub	-7.6524***	
Ipriv	-	-1.7901	-2.3623	Ipriv	-7.2356***	
PIB	-	-	-2.3141	PIB	-7.7081***	
PK	-0.8060	-0.2275	-2.5936	PK	-5.9636 ***	
Ctrib	-	-0.3627	-2.7622	Ctrib	-11.9264***	
TJLP				TJLP		-5.2613***

Fonte: elaborado pelos autores.

\*\*\*significativo a 1%; \*\*significativo a 5%;

\*significativo a 10%.

no máximo 5 vetores de cointegração. Os resultados sugerem predominantemente a existência de, no máximo, um vetor de cointegração. A fim de verificar a presença de autocorrelação de primeira ordem foi aplicado o teste de Multiplicador de Lagrange (LM), não rejeitando a hipótese nula de ausência de correlação serial.

Os coeficientes associados ao ajuste de curto prazo e às relações de longo prazo, apresentados na equação (17), mostram sinais esperados em sua maioria de acordo com as hipóteses apresentadas anteriormente; além disso, os coeficientes são estatisticamente significativos, de acordo com o Teste  $t$ ,<sup>6</sup> em nível de significância de 5%.

$$\begin{aligned}
 Ipub = & 27,0553 - 2,3308Ipriv + 8,2177PIB - 7,6970PK - 7,3429Ctrib \\
 & \quad \quad \quad [3,6290] \quad \quad \quad [-6,0836] \quad \quad \quad [6,7145] \quad \quad \quad [2,4081] \\
 & - 0,8748TJLP \\
 & \quad \quad \quad [8,6122]
 \end{aligned} \quad (17)$$

Verifica-se que a elevação de 1% no investimento privado implica em *crowding-out* do investimento público na magnitude de 2,3308%, confirmando o resultado encontrado por Jacinto e Ribeiro (1998). A mesma elevação no PIB implica em aumento no investimento público no montante de 8,2177% a cada período, ajustando o investimento público às necessidades de infraestrutura para atender às demandas geradas pelo aumento da demanda agregada.

A relação de carga tributária mostra sinal negativo, em que o aumento de 1% na carga tributária reduziria em 7,3429% o investimento público; poderia se esperar que o aumento da arrecadação do governo elevasse os investimentos públicos, no entanto, isso não se verifica neste estudo e pode estar relacionado aos elevados gastos correntes do governo ou ao comportamento anticíclico dos mesmos.

<sup>6</sup> Os valores da estatística  $t$  são apresentados entre colchetes.

A elevação do preço médio dos bens de capital em 1% impacta negativamente sobre o volume de investimentos públicos, ajustando ao equilíbrio de longo prazo aproximadamente 7,697% a cada período de tempo e a elevação da taxa de juros implica em redução de 0,8748% dos investimentos públicos, reafirmando que a elevação dos custos reduz o nível de investimento mesmo no setor público.

Para os investimentos privados, os resultados estimados são apresentados na equação (18). Os coeficientes são significativos pelo teste *t* (valores entre parênteses) e os sinais estão de acordo com os propostos pela teoria econômica. Verifica-se que os investimentos públicos *deslocam* os investimentos privados em 0,429%, provavelmente pela competição pelos recursos escassos e/ou efeito do aumento das despesas públicas. Isso indica que o investimento público não eleva a produtividade do capital privado no caso brasileiro, pois prevalece o efeito *crowding-out*.

O preço médio relativo dos bens de capital, bem como a tributação, registra elasticidades em torno de 3%, indicando que o aumento de 1% nessas variáveis provoca um ajuste negativo em torno de 3% no volume de investimento privado a cada período.

O efeito da elevação de 1% na taxa de juros implica na redução de 0,3753% nos investimentos privados. Esse efeito, apesar de ter pequena magnitude, reflete a resposta contrária do investimento produtivo às elevações de juros. Cabe ressaltar que foram realizados os mesmos testes considerando a taxa SELIC, onde se verificou o efeito de *crowding-out* entre juros e investimentos produtivos. No entanto, optou-se pelo uso da TJLP em virtude de esta ser a taxa de referência para a realização de investimentos.

Para a variável PIB, observa-se que a elevação de 1% no produto da economia ajusta positivamente o investimento privado em 3,52% a cada período, confirmando a predição teórica de comportamento pró-cíclico do investimento, sendo estimulado quando há crescimento da economia.

$$I_{priv} = 11,6075 - 0,4290I_{pub} + 3,5256PIB - 3,3022PK - 3,1503C_{trib} - 0,3753TJLP \quad (18)$$

[4,9107]
[-6,2616]
[-6,3379]
[2,3546]  
[8,0734]

Outra forma de analisar os resultados do modelo estimado é a decomposição da variância do erro de previsão, que apresenta a porcentagem do erro de previsão que decorre de cada variável endógena ao longo do tempo. Pela decomposição de Choleski, 96% das variações nos investimentos públicos são explicados pela própria variável; 0,7%, em média, é explicado pelas variações no PIB; 0,5% pelo preço médio dos bens de capital; 0,8% pela carga tributária média; e 2% pela taxa de juros de longo prazo. Os resultados apresentados no Apêndice 2 mostram que, ao longo do tempo, o erro de previsão aumenta, porém a importância do erro atribuída a cada variável não se altera.

A decomposição de variância para os investimentos privados mostra que 94% das variações totais desses investimentos são explicadas pela própria variável; 3,43% são explicados pela variação dos investimentos públicos; 1,22% dos investimentos

privados são explicados por variações nos preços dos bens de capital; e 0,68% pelas variações do PIB, taxa de juros e carga tributária respondem conjuntamente por 0,6% das variações nos investimentos. Com o aumento do horizonte de previsão, observa-se uma pequena alteração na importância atribuída às variáveis, sendo que a taxa de juros e carga tributária mostram redução no percentual de erro atribuído a cada uma, ao passo que o preço médio dos bens de capital torna-se mais relevante.

A função impulso-resposta mostra a reação de uma variável dado um choque inesperado em outra variável. Nesse caso, um choque do investimento público sobre o investimento privado responde de forma positiva no primeiro período, reduzindo levemente nos períodos subsequentes. Esse padrão de oscilação pode ser explicado pelo hiato na tomada de decisões dos agentes privados. Em seis períodos o choque estabiliza, prevalecendo, no entanto, o efeito *crowding-out*.

Observando a função impulso-resposta do investimento público em relação a um choque do investimento privado, verifica-se o efeito substituição até o terceiro período, passando a uma resposta positiva do investimento público, provavelmente para atender às demandas de infraestrutura – evidenciando um pequeno efeito *crowding-in* entre os investimentos. Contudo, no quarto período, retoma-se o efeito *crowding-out* que prevalece após a estabilização do choque no sexto período.

Comparando os resultados com as conclusões existentes na literatura para o estudo do tema no Brasil (Rocha e Teixeira 1996; Jacinto e Ribeiro 1998; Melo e Rodrigues Júnior 1998; Bicudo 2007; Santos e Castro Pires 2007), apesar das diferentes metodologias utilizadas nos estudos, observa-se a convergência quanto à importância do efeito acelerador na determinação do investimento público e privado, isto é, o investimento responde às variações do produto positivamente, conforme a Teoria do Acelerador do Investimento.

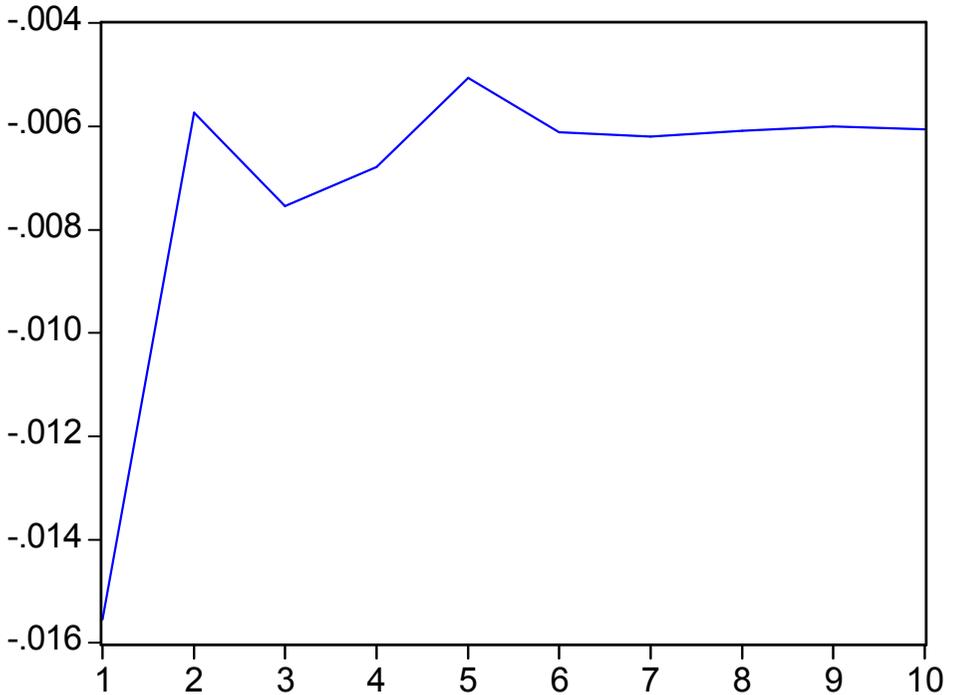
É corroborado também o efeito substituição entre os investimentos na economia brasileira (Rocha e Teixeira 1996; Jacinto e Ribeiro 1998), indicando que não há complementaridade e sim concorrência de recursos para investimentos na economia. Para a variável de carga tributária, o efeito negativo converge com o encontrado por Santos e Castro Pires (2007). Quanto ao efeito negativo da taxa de juros sobre os investimentos, o estudo encontra significância estatística para o parâmetro, o que, em alguns estudos, não era registrado.

## 5. Considerações Finais

Este estudo analisou as evidências dos efeitos *crowding-in* e *crowding-out* na economia brasileira para o período de 1995-2006, utilizando a metodologia de Modelo de Correção de Erro Vetorial (VECM).

O estudo apresenta limitações em relação à curta abrangência temporal da análise (12 anos) para o estudo de investimentos; no entanto, conforme já especificado, existem restrições em termos de base de dados desagregados para a realização desse tipo de estudo. Mesmo diante dessa limitação, vale ressaltar – como importante conclusão do estudo – a existência de efeitos *crowding-out* entre os investimentos

### Response of IPVIV to Cholesky One S.D. IPUB Innovation



Fonte: Resultado da Pesquisa.

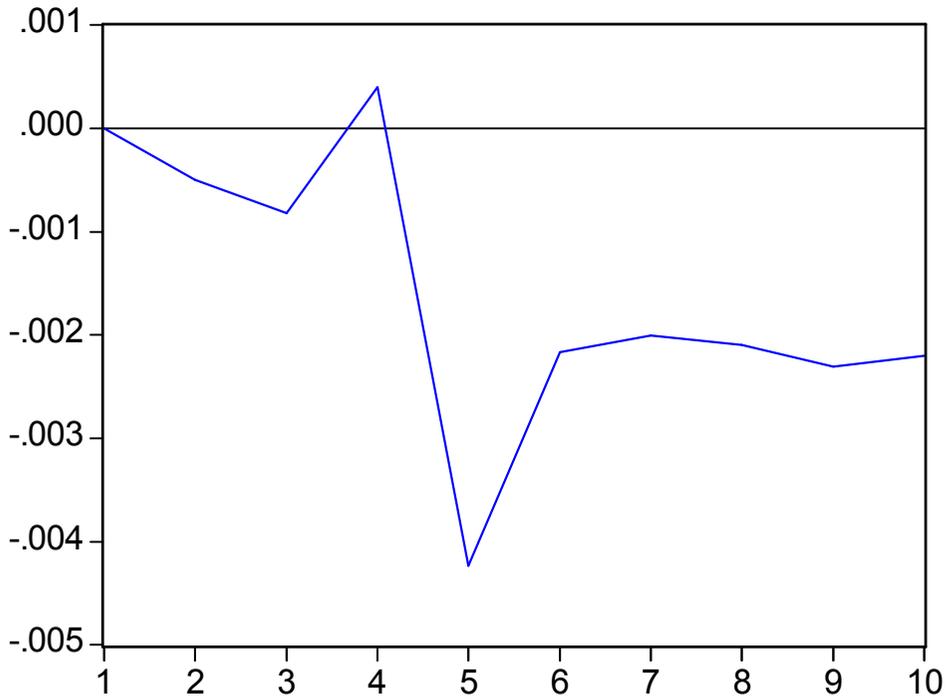
Fig. 1. Resposta do investimento privado a inovações de um desvio padrão no investimento público

públicos e privados na economia brasileira, indicando que não há elevação da produtividade do investimento privado com a ação do investimento público e predominando a concorrência de recursos físicos e financeiros entre os setores público/privado.

As variáveis que indicam custo do investimento, carga tributária e preço médio dos bens de capital têm efeito negativo sobre os investimentos públicos e privados, sendo que para cada período de tempo existe um ajuste negativo de aproximadamente 7% nos investimentos públicos e cerca de 3% nos investimentos privados. Isso indica a necessidade de políticas de redução de carga tributária, e que subsídios aos bens de capital elevariam o volume de investimentos na economia, o que, pela geração de renda, impulsionaria a demanda agregada, conduzindo a economia a um crescimento sustentado.

Do mesmo modo, a manutenção de taxas de juros elevadas tem reduzido o volume de investimentos na economia brasileira, evidenciando a resposta contrária

### Response of IPUB to Cholesky One S.D. IPVIV Innovation



Fonte: Resultado da Pesquisa.

Fig. 2. Resposta do investimento público a inovações de um desvio padrão no investimento privado

do investimento produtivo às elevações de juros.

## Referências bibliográficas

- Alves, J. D. O. & Luporini, V. (2007). Evolução da teoria do investimento e análise empírica para o Brasil. In *Encontro Nacional de Economia*. ANPEC. Disponível em: <http://www.anpec.org.br/encontro2007/artigos/A07A172.pdf>. Acesso em 12 de setembro de 2008.
- Argimón, I., González-Páramo, J., & Roldán, J. (1997). Evidence of public spending crowding out from a panel of OECD countries. *Applied Economics*, 29(8):1001–1010.
- Aschauer, D. A. (1989). Is public expenditure productive? *Journal of Monetary Economics*, 23(2):177–200.
- Bicudo, R. (2007). Um estudo da influência do investimento público e da incerteza macroeconômica no investimento privado no Brasil. Master's thesis, Faculdade de Economia e Administração. IBMEC, São Paulo. Mestrado Profissionalizante em Macroeconomia e Finanças.
- Blanchard, O. (2007). *Macroeconomia*. Prentice Hall Brasil.
- Bueno, R. L. S. (2008). *Econometria das Séries Temporais*. CENGAGE, Learning, São Paulo.
- Dixit, A. & Pindyck, R. (1994). *Investment under Uncertainty*. Princeton University Press.
- Dornbusch, R. & Fischer, S. (2005). *Macroeconomia*. Makron Books, São Paulo.
- Engle, R. F. & Granger, C. W. J. (1987). Cointegration and error correction: Representation, estimation and testing. *Econometrica*, 55:251–276.
- Froyen, R. (2005). *Macroeconomia*. Saraiva, São Paulo.
- Greene, W. (2008). *Econometric Analysis*. Pearson Prentice Hall, New Jersey, 6<sup>th</sup> edition.
- Jacinto, P. A. & Ribeiro, E. P. (1998). Cointegração, efeitos crowding-in crowding-out entre investimento público e privado no Brasil: 1973-1989. *Teoria e Evidência Econômica*, 6(11):143–156.
- Johansen, S. (2005). The interpretation of cointegrating coefficients in the cointegrated vector autoregressive model. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 67:93–104.
- Kamps, C. (2004). The dynamic effects of public capital: VAR evidence for 22 OECD countries. Kiel Institute, Working Paper 1224.
- Lanne, M., Lütkepohl, H., & Saikkonen, P. (2002). Comparison of root tests for time series with level shifts. *Journal of Time Series Analysis*, 23:667–685.
- Lütkepohl, H. & Krätzig, M. (2004). *Applied Time Series Econometrics*. Cambridge University Press.
- Maddala, G. S. & Kim, I. M. (1998). *Unit Roots, Cointegration and Structural Change*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Melo, G. M. & Rodrigues Júnior, W. (1998). Determinantes do investimento privado no Brasil: 1970-1995. Texto para Discussão IPEA 605. Brasília.
- Rocha, C. & Teixeira, J. (1996). Complementaridade versus substituição entre investimento público e privado na economia brasileira: 1965-90. *Revista Brasileira de Economia*, 50(3):378–384.
- Santos, C. & Castro Pires, M. C. (2007). Qual a sensibilidade do investimento privado a aumentos na carga tributária? Novas estimativas agregadas e desagregadas a partir dos dados das contas nacionais – Referência 2000. IPEA. Texto para Discussão 1314, Brasília.
- Tobin, J. (1969). Money and permanent income: Some empirical tests. *American*



**Apêndice 1 – Relações de Cointegração (Longo Prazo)**

Relação de Cointegração para os Investimentos públicos						
Error Correction:	D(IPUB)	D(IPRIV)	D(PIB)	D(PK)	D(CTTRIB)	D(TJLP)
CointEq1	0.127300 (0.10835) [ 1.17494]	-0.015571 (0.03313) [-0.46996]	0.012707 (0.00970) [ 1.30952]	0.013991 (0.01270) [ 1.10126]	0.006028 (0.00589) [ 1.02314]	-1.656797 (0.24255) [-6.83073]
Relação de Cointegração para os Investimentos públicos						
Error Correction:	D(IPRIV)	D(IPUB)	D(PIB)	D(PK)	D(CTTRIB)	D(TJLP)
CointEq1	-0.036294 (0.07723) [-0.46996]	0.296716 (0.25254) [1.17494]	0.029617 (0.02262) [1.30952]	0.032610 (0.02961) [1.10126]	0.014050 (0.01373) [1.02314]	-3.861722 (0.56535) [-6.83073]

## Apêndice 2 – Decomposição da Variância do Erro de Previsão – Choleski para os Investimentos Públicos e Privados

Variance Decomposition of IPUB:							
Period	S.E.	IPUB	IPRIV	PIB	PK	CTTRIB	TJLP
1	0.136327	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.185319	96.82581	0.000719	0.090891	0.212246	0.869884	2.000447
3	0.226263	96.38311	0.001789	0.061963	0.415044	0.701978	2.436119
4	0.261309	96.36450	0.001574	0.078386	0.617356	0.864040	2.074142
5	0.289684	96.46249	0.022666	0.075457	0.619425	0.864197	1.955760
6	0.315897	96.45794	0.023763	0.070943	0.641803	0.873273	1.932282
7	0.340494	96.46560	0.023932	0.069308	0.664319	0.874406	1.902437
8	0.363402	96.47344	0.024348	0.068281	0.681408	0.883008	1.869515
9	0.384835	96.48244	0.025297	0.067295	0.692487	0.886275	1.846208
Variance Decomposition of IPRIV:							
	S.E.	IPVIV	IPUB	PIB	PK	CTTRIB	TJLP
1	0.041689	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.058548	94.85801	2.615744	0.679957	0.752659	0.376565	0.717065
3	0.071971	94.18035	2.995533	0.738647	1.341649	0.260522	0.483300
4	0.083575	93.61664	3.399040	0.732714	1.464971	0.334076	0.452561
5	0.093932	93.09656	4.061778	0.773179	1.414155	0.287428	0.366906
6	0.102958	92.89494	4.262006	0.803993	1.454527	0.275263	0.309273
7	0.111326	92.77121	4.397312	0.813695	1.482035	0.264162	0.271584
8	0.119120	92.66037	4.515812	0.823771	1.497373	0.258421	0.244258
9	0.126437	92.56994	4.617033	0.831923	1.507041	0.251702	0.222359