



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA (CAEN/UFCE)  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ECONOMIA DO SETOR PÚBLICO

GUILHERME FRANÇA MORAES

COMPLEMENTARIEDADE OU SUBSTITUIÇÃO: ESTUDO EMPÍRICO ENTRE O  
RELACIONAMENTO DO INVESTIMENTO PÚBLICO E PRIVADO NO BRASIL  
PERÍODO 1945 A 2010.

FORTALEZA

2015

GU LHERME FRANÇA MORAES

COMPLEMENTARIEDADE OU SUBSTITUIÇÃO ESTUDO EMPÍRICO ENTRE O  
RELACIONAMENTO DO INVESTIMENTO PÚBLICO E PRIVADO NO BRASIL  
ENTRE 1945 A 2010

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Economia – CAEN, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Economia do Setor Público.

Orientador: Prof<sup>o</sup> Dr. Fabrício Linhares

FORTALEZA

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Pós Graduação em Economia - CAEN

M82c      Moraes, Guilherme França  
Complementariedade ou substituição: estudo empírico entre o relacionamento do investimento público e privado no Brasil / Guilherme França Moraes. – 2015.  
49f. il. color., enc. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós Graduação em Economia, CAEN, Fortaleza, 2015.  
Orientação: Prof. Dr. Fabricio Carneiro Linhares

1. Complementariedade 2 Teoria do investimento 3. Capital público e privado I. Título.

CDD 336.39

GU LHERME FRANÇA MORAES

COMPLEMENTARIEDADE OU SUBSTITUIÇÃO ESTUDO EMPÍRICO ENTRE O  
RELACIONAMENTO DO INVESTIMENTO PÚBLICO E PRIVADO NO BRASIL  
PERÍODO 1945 A 2010.

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Economia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Economia do Setor Público, outorgado pela Universidade Federal do Ceará – UFC e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que feita de acordo com as normas de ética científica.

Data de aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

---

Prof<sup>o</sup> Dr. Fabrício Linares (Orientador)  
CAEN - UFC

---

Prof<sup>o</sup> Dr. Cristiano Penna – CAEN UFC  
Membro da Banca Examinadora

---

Prof<sup>o</sup> Dr. Gauber Marques Nijosa – CAEN UFC  
Membro da Banca Examinadora

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por me permitir mais uma vitória

A minha mãe por sempre acreditar em mim e ter me proporcionado, sempre, ensino de boa qualidade e também por me educar com valores pautados pela ética e verdade, alicerces da formação do meu caráter.

A minha esposa, Vanessa e meu filho Gabriel, por entenderem minha ausência devido aos compromissos com o curso e durante a elaboração desse trabalho.

Aos colegas do Mestrado, com os quais dividi as alegrias e angústias do curso.

Aos funcionários do CAEN, pelos quais sempre fui muito bem atendido.

Aos professores do CAEN, pelos ensinamentos prestados.

Ao Prof. Dr. Fabrício Linhares, meu orientador, pela condução adequada na elaboração dessa dissertação.

E a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desse trabalho.

## RESUMO

O presente trabalho busca analisar a relação existente entre o investimento privado com o investimento público para o período de 1947 a 2009. O artigo apresenta as principais teorias do investimento, uma análise dos desenvolvimentos recentes sobre o assunto com as principais aplicações para os dados brasileiros. As variáveis escolhidas para esse estudo foram a inflação, o Produto Interno Bruto (PIB), o investimento privado e o investimento público. Dentre as metodologias possíveis para a realização de experimentos econométricos, o que melhor se ajustou ao modelo foi o Teste de raiz Unitária seguido do Teste de Cointegração. Como resultado obtive-se uma inflação positiva do capital público sobre o privado, estabelecendo assim uma relação de complementaridade entre eles. Essa relação denominada de *crowding in* pela literatura aponta que ambos os investimentos ajudam no crescimento econômico do Brasil, ou seja, havendo investimento público e infraestrutura no Brasil, haverá uma reação positiva por parte do investimento privado.

Palavras-chave: Complementaridade, Teoria do investimento, Capital público e privado.

## ABSTRACT

The present paper analyzes the relationship between private investment and public investment for the period 1947 to 2009. The article presents the main theories of investment, an analysis of recent developments on the subject with the main applications for Brazilian data. The variables chosen for this study were inflation, Gross Domestic Product (GDP), private investment and public investment. Among the possible methodologies for conducting econometric experiments, the one that best fit the model was Unitary Root Test followed by the Cointegration Test. As a result, a positive influence of public and private capital was established, thus establishing a complementary relationship between them. This so-called crowding in relationship in the literature points out that both investments help Brazil's economic growth, that is, if there is public investment in infrastructure in Brazil, there will be a positive reaction from private investment.

Keywords: Crowding in, Complementarity, investment theory, public and private capital.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>13</b>
2.1	Fundamentos Teóricos dos Determinantes do Investimento .....	13
2.1.1	Teoria do Investimento de Keynes .....	15
2.1.2	Modelo do Acelerador do Investimento e Acelerador Flexível .....	15
2.1.3	Teoria Neoclássica .....	16
2.1.4	Teoria do $q$ de Tobin .....	17
2.1.5	Instabilidade .....	18
2.2	Revisão dos Estudos Empíricos .....	19
<b>3</b>	<b>EM DÉCADA EMPÍRICA</b> .....	<b>23</b>
<b>4</b>	<b>ASPECTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>27</b>
4.1	Base de dados .....	27
4.2	Modelo Econométrico .....	28
<b>4.2.1</b>	<b>Teste de Raiz Unitária</b> .....	<b>29</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Testes de Cointegração</b> .....	<b>30</b>
4.2.2.1	Matriz Triangular – Phillips .....	30
4.2.2.2	Testes de Cointegração de Engle-Granger .....	31
4.2.2.3	Teste de Phillips-Quinn .....	32
4.2.2.4	Modelos Quadrados Ordinários Dinâmicos .....	33
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>35</b>
5.1	Teste de Raiz Unitária .....	35
5.2	Testes de Cointegração .....	35
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>39</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>41</b>
<b>8</b>	<b>APÊNDICE A</b> .....	<b>44</b>



**9 APÊNDICE B..... 48**

## 1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes temas presentes na economia é a Teoria do Investimento, e nela o investimento apresenta-se com duas grandes forças, a parte pública, com a alocação de recursos conforme as políticas públicas, e a parte privada, com seus avanços tecnológicos para obter cada vez mais lucros. Este trabalho então realiza uma investigação empírica sobre o relacionamento entre essas duas forças do investimento, tendo como foco central a questão: A relação existente entre o capital público e o capital privado é de complementaridade ou de substituíbilidade?

Estudos realizados nesta área tratam dessa relação como efeitos *crowding in* e efeito *crowding out* entre os capitais público e privado, dando o significado de complementaridade e substituição entre os dois tipos de capital, respectivamente. Este tema passa sempre por diversas avaliações com o objetivo de encontrar o melhor modelo econométrico que explique essa relação. Os estudos sobre a relação entre capital público e privado ganharam força com Aschauer (1989), que analisou empiricamente o impacto da acumulação de capital público nos Estados Unidos em relação ao capital privado, encontrando um efeito positivo considerável. Seus estudos continuam a se expandir, mas sempre com resultados controversos para esta relação, podendo ter efeitos *crowding in* para certas economias e efeitos *crowding out* para outras.

Para Aschauer (1989) a relação entre investimento público e privado é uma questão de longa data na macroeconomia e na economia do desenvolvimento e que ganhou importância a partir da década de 1980 devido a uma mudança de estratégia de crescimento na qual ressalta a necessidade de dar força e liderança ao setor privado, tudo isso devido ao colapso das economias centralmente planejadas, o que levou a uma retração do setor público em alguns países e uma redefinição do seu papel intervencionista no processo de desenvolvimento, modificando suas orientações para concentração de recursos em áreas onde ele necessariamente deve atuar, em vez de substituir a atividade do setor privado.

O investimento público é muito heterogêneo, principalmente nos países em desenvolvimento, no qual o Estado atua em diversas áreas da economia, seja por empresas públicas ou sociedade de economia mista, presente na produção de

manufaturas, no comércio, em bancos, e assim por diante, além de atuar como fornecedor de bens e serviços públicos essenciais. Para Aschauer (1989) esta heterogeneidade do investimento público implica nos efeitos opostos da relação entre os capitais, no que projetos de infraestrutura básica e formação de capital humano realizados pelo governo, presumivelmente, tendem a aumentar a rentabilidade da produção privada, incentivando assim o aumento do investimento privado, do mesmo modo que projetos públicos em atividades mais convencionais, nos quais empresas públicas atuam em concorrência com empresas privadas, tendem a afastar o investimento privado, o que só se pode esperar um efeito oposto em relação ao anterior.

Para Jardim e Ribeiro (1998) um reflexo positivo do investimento público sobre o privado está associado à geração de infraestrutura, tais como transporte, comunicações e energia elétrica, já que estes auxiliam no aumento da produtividade do capital privado. Melhor infraestrutura induz o investimento privado através do incremento da demanda por bens e serviços, criando um efeito *crowding in* entre os capitais público e privado. Como exemplo, tem-se a elevação da taxa de juros como forma de financiar os gastos públicos através de uma maior remuneração de títulos públicos, reduzindo assim a disponibilidade de crédito, gerando um efeito *crowding out* no investimento privado.

Ponto importante é destacado por Sanches e Rocha (2008) quando concluem que existem três argumentos que compõem a racionalidade econômica para a complementariedade entre os investimentos. O primeiro seria que o investimento público é composto primordialmente de bens e serviços que o setor privado não irá fornecer em quantidades ótimas, devido a altos custos ou incerteza de mercado, mas são de fundamental importância para o mercado; o segundo seria o efeito indireto que o investimento público causa no capital privado, que seria o aumento da demanda agregada corrente por bens e serviços produzidos pelo setor privado; o terceiro seria bem direto já que o investimento público em infraestrutura aumenta a produtividade total dos fatores como também a produtividade total do trabalho.

Já o contraponto trazido por Sanches e Rocha (2008) para a substituição ou *crowding out* entre os capitais, está no argumento que o investimento público financiado de forma subsidiada e levado adiante por empresas estatais ineficientes

acabaria por reduzir as possibilidades de investimento privado. A realização de financiamentos para aumentar os gastos correntes da máquina administrativa poderá ter como conseqüência a elevação da taxa de juros, o que afetaria diretamente o nível de investimento privado, de forma a desestimulá-lo já que reduz consideravelmente a possibilidade de ganhos efetivos do capital privado.

Por vista, a relação entre o investimento público e privado está intimamente ligado à política expansionista realizada pelo governo, ou seja na forma em que encaminha as atividades de infraestrutura mais estratégicas a serem realizadas em prol do desenvolvimento, bem como na forma de financiamento das suas atividades e realização de gastos públicos, de forma a interferir na atividade econômica sem atrapalhar o capital privado. Tudo isso pode causar o efeito *crowding in*, complementaridade entre capitais, ou *crowding out*, substituição entre os investimentos. Desse modo, o estudo busca responder qual é a direção da relação entre os investimentos públicos e privados no Brasil, ou seja se existe aumento do investimento privado, dada a elevação da produtividade marginal decorrente dos investimentos públicos ou se os investimentos são concorrentes entre si na economia.

Para a realização desse estudo, adotam-se modelos econométricos de Teste de Raiz Unitária, para verificar a estacionariedade das séries. Posteriormente foram realizados testes de cointegração de Johansen e de Engle e Granger e, além de estimar por Vetores de Cointegração pelo Método dos Mínimos Quadrados Ordinários, calculado os coeficientes de correlação para revelar que tipo de associação às séries apresentavam.

O presente trabalho foi dividido em seis partes, incluindo essa introdução. O próximo capítulo apresenta a revisão da literatura, apontando as teorias de investimentos surgidas ao longo dos anos que consubstanciam as variáveis a serem utilizadas neste trabalho, incluindo relato de trabalhos já realizados que tenham referência como tema abordado. No terceiro capítulo será apresentada a evidência empírica, com a análise de gráficos, argumentando-se sobre a possibilidade de efeitos *crowding in* ou *crowding out* entre investimento público e privado. No quarto capítulo discute-se e a metodologia econométrica aplicada ao trabalho. O penúltimo

capítulo o quinto, descreve os resultados e, por fim, o sexto capítulo traz as considerações finais sobre o trabalho.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Fundamentos Teóricos dos Determinantes do Investimento

O investimento possui um papel fundamental no desenvolvimento econômico de um país. Ao longo dos anos vários pesquisadores têm desenvolvendo teorias que explicam a importância do investimento para o crescimento da economia. Para Watlier e Cypriano (2008) a decisão de investir constitui uma das mais importantes decisões econômicas, se for considerado que ela define, em nível agregado, o desempenho da economia. É também fonte de acumulação de capital e, portanto, a principal determinante da capacidade de expansão da economia a longo prazo. Por outro lado é o componente mais instável da demanda agregada e responsável pelas variações na renda e no emprego, segundo a perspectiva keynesiana.

A instabilidade é proveniente das mudanças de expectativas, que estão baseadas nas evidências sobre as condições do negócio, da taxa de retorno, no comportamento do consumidor, no momento que a economia se encontra, nas alterações tecnológicas, ou até mesmo nas políticas institucionais realizadas pelo governo. Assim para haver um nível de investimento ótimo é necessário que as expectativas sejam maiores e melhores quanto ao retorno do investimento.

Luporini e Alves (2010) afirmam que as flutuações do investimento e da demanda agregada são resultantes da escolha intertemporal do empresário entre a retenção de ativos de liquidez universal (moeda), e a de empreender a criação de ativos de liquidez específica (investimento), decisão que é dada pela comparação entre taxa de juros (recompensa pela renúncia à liquidez) e a eficiência marginal do capital (retorno esperado para o investimento), sob condições de incertezas.

As decisões de investir são influenciadas por incertezas e expectativas quanto ao retorno dos investimentos e acumulação de riqueza. Segundo Keynes (1936), em Teoria Geral do Emprego, do Juro e da Moeda, o empresário toma a decisão de investir com base na comparação entre a taxa de retorno esperada do investimento e o custo de oportunidade do capital a ser investido. As decisões de investir que são tomadas em condições de incerteza envolvem a escolha e utilização das

informações obtidas até o presente momento e são reflexos da instabilidade do sistema capitalista

Uma análise sobre os dados brasileiros com relação aos investimentos nota-se, principalmente em Formação Bruta de Capital Fixo, que ele, bem discretamente acompanhou o crescimento do Produto Interno Bruto, contribuindo assim para o crescimento econômico do país.

Keynes (1936) na sua teoria do investimento inova trazendo aspectos importantes quanto a decisão de investir. Ele enxerga no investimento a variável capaz de trazer o crescimento econômico, e não somente a poupança. Clica também a questão da incerteza, já que a economia está sujeita a choques aleatórios e imprevisíveis que podem mudar, repentinamente, o ambiente dos investimentos e que os agentes econômicos não são capazes de detectar a tempo tais eventos.

Para os neoclássicos os mercados estão continuamente se ajustando para que a economia funcione a pleno emprego, não havendo excessos na oferta nem escassez na demanda. Assim taxa de juros, preços e salários se ajustam repetitivamente com objetivo de manter a economia em equilíbrio. Vale ressaltar o importante papel desempenhado pela taxa de juros para os investimentos, sendo ela capaz de determinar novos investimentos haja vista que para os neoclássicos este somente ocorrerá se o retorno previsto for maior que o custo de oportunidade de aplicação em capital especulativo.

Tobin (1969) inova nas teorias acima, pois ele introduz uma relação entre o valor de mercado do capital (incremento no valor de mercado da firma) e o custo de reposição do capital, sendo esta conhecida como o  $q$  de Tobin. O  $q$  de Tobin é uma razão entre o valor da firma e o custo de compra de equipamentos e estruturas nos seus respectivos mercados. Se o valor de mercado for maior que o custo de reposição a firma irá investir, se for menor a firma não investirá, ou seja, ela não fará a reposição do capital.

Em vista do exposto acima, esse trabalho verifica qual das teorias a cerca dos fatores que afetam o nível de investimento privado melhor se aplica para o caso do Brasil. Quatro abordagens comuns são utilizadas para modelar o investimento na literatura existente, como o modelo Keynesiano, o modelo do acelerador dos investimentos, a teoria neoclássica dos investimentos e a teoria  $q$  de Tobin.

### **2.1.1 Teoria do Investimento de Keynes**

O modelo keynesiano foi o precursor em considerar o investimento como uma variável endógena do crescimento econômico e que responde a mudanças de outras variáveis. Keynes (1936) afirmou que o empresário toma a sua decisão de investir baseado na comparação entre a taxa de retorno esperada e o custo de oportunidade do capital, que pode ser mensurado pela taxa de juros ou retornos obtidos por outros investimentos. Para realizar o investimento o empresário necessitaria prever o comportamento futuro do mercado do bem a ser produzido, incorporando assim a incerteza na sua decisão.

As incertezas são frutos das mudanças de expectativas decorrentes do hiato temporal existente entre o empresário tomar a decisão de realmente investir e a sua efetivação, e mais ainda do contexto da tomada de decisão e o ambiente posterior a sua realização. Isto faz com que o empresário incorpore a sua decisão suposições sobre o comportamento das variáveis, dando assim um caráter de volatilidade ao investimento. Keynes enfatiza a volatilidade das decisões de investimento e sua dependência em relação à eficiência marginal esperada do capital e à taxa de juros.

Para Keynes (1936), em *A Teoria Geral do Emprego, do Juro e da Moeda*, “o investimento vai variar até aquele ponto da curva de demanda por investimento em que a eficiência marginal do capital em geral é igual à taxa de juros do mercado”. Bem como, deve-se “compreender a dependência que há entre a eficiência marginal de determinado volume de capital e as variações na expectativa, pois é primordialmente esta dependência que torna a eficiência marginal do capital sujeita a certas flutuações violentas que explicam o ciclo econômico”. A instabilidade e a taxa de juros são questões fundamentais importantes para a decisão do empresário no momento de realizar um investimento.

### **2.1.2 Modelo do Acelerador do Investimento e Acelerador Flexível**

Ai dá a base desse modelo reside na relação fixa entre o estoque de capital e o produto, assumindo que o estoque de capital desejado ou ideal mantém-se



proporcional ao nível de produto, ou seja, o investimento líquido seria proporcional à variação do produto, havendo uma relação incremental capital-produto ( $K/Y$ ), supostamente constante. De forma análoga o estoque de capital desejado ( $K^*$ ) tem uma relação de estabilidade com o nível de produto ( $Y$ ).

Fato é que o modelo do acelerador contém falha quando não considera a existência de defasagens no processo de tomada de decisão e implantação do investimento privado, como também não considera que o volume de investimento corrente apenas ajusta parcialmente o estoque de capital atual a seu nível desejado, isto é, o nível de capital atual depende do seu nível no período anterior.

Tudo isto fez com que fosse inútil do defasagens no modelo rígido, passando a chamar de Modelo do Acelerador Flexível. Observando o modelo simplificado conclui-se que o ajustamento deve ser automático. Mesmo com as devidas alterações no modelo, ficaram questões importantes renegadas tais como o custo do capital, a rentabilidade e as expectativas.

### **2.1.3 Teoria Neoclássica**

Na abordagem da Teoria Neoclássica a função investimento ótimo, em um ambiente competitivo, é dada por um nível de produto ( $Y$ ) e o custo de capital ( $C_k$ ), no qual estão presentes o preço dos bens de capital, a taxa de juros, tributação sobre os bens de capital e a depreciação utilizada, representada da seguinte forma:

$$[K^* = f(Y, C_k)] \quad (1)$$

O estoque de capital desejado pode ser encontrado utilizando a função do tipo Cobb-Douglas com retornos constantes, na seguinte equação:

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

em que  $\alpha$  reflete a parcela de capital na função produção. O investimento que a firma pode realizar tem como limite o momento no qual a produtividade marginal do capital se iguala ao custo do capital.

O ponto importante desta teoria é determinar que o custo de utilização do capital está diretamente ligado aos preços dos bens de capital, as taxas reais de juros e pela taxa de depreciação. Por outro lado, assim como no modelo do acelerador, esta teoria não considerou a defasagem de tempo entre a tomada de decisão e a efetivação do investimento, o que causa uma distância entre o estoque de capital corrente e o desejado. Assim fez surgir o modelo neoclássico flexível no qual induz a velocidade de ajustamento do estoque de capital, representado pela seguinte equação:

$$[I = \lambda(\alpha Y - K_{t-1})] \quad (3)$$

onde  $0 < \lambda < 1$  indica a velocidade de ajustamento do estoque de capital.

#### **2.1.4 Teoria q de Tobin**

Tobin (1969) apresentou uma evidência da teoria keynesiana afirmando que o investimento deve 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. Vale ressaltar que ele não considerou a taxa de juros sobre os títulos como um determinante das decisões de investir por si só, mas quando somente o incremento no valor de mercado da firma exceder o custo de reposição, fazendo com que as firmas desejem aumentar seu estoque de capital.

## 2.1.5 Instabilidade

As teorias do investimento trazem inerentes nelas a incerteza como força importante na decisão de investir. A incerteza é vetor fundamental importando no momento de decidir, já que esta é irreversível. A decisão de investir num contexto de incerteza envide o exercício de uma espécie de opção de compra, a opção de esperar por nova informação.

A perda dessa opção deve ser vista como parte do custo de oportunidade do investimento. Neste contexto o agente procura equilibrar o “valor de espera” por nova informação com o custo de oportunidade de adiar a decisão de investir (em termos a que se renuncia) (FINDYCK e SOLIMANQ, 1993).<sup>1</sup>

A importância da incerteza na decisão de investir é devido à irreversibilidade do investimento, devido aos altos custos gerados quando iniciado, já que praticamente não se pode alterar a destinação econômica do bem de capital sem incorrer em pesados custos. Mudanças no jogo podem acarretar perdas para os investidores, que não podem ser revertidas as decisões sobre o capital fixo.

Assim surge o um novo tratamento teórico das decisões de investimento das firmas e seu foco está sobre a irreversibilidade, presente na maioria das decisões e a incerteza subsequente. Deve pertencer ao investimento a opção de esperar por mais e melhores informações sobre o projeto em análise, de forma a escolher o tempo ótimo para investir. Assim a questão passa a ser quantificar o valor dessa opção de esperar.

Esse trabalho traz como *proxy* da incerteza a inflação, já que no Brasil é um tema que sempre trouxe relevância no momento do investimento, principalmente o privado. Seu aumento tende a deprimir os investimentos no setor privado, já que aumenta a probabilidade de perda no resultado final, pois o valor poderá ser consumido pela inflação, o que torna os agentes avessos aos riscos, dando preferência à liquidez.

<sup>1</sup> FINDYCK, R e SOLIMANQ, A *Economic instability and aggregate investment*. NBER. Macroeconomics Annual. 1993, p. 10

## 2.2 Revisão dos Estudos Empíricos

Este capítulo descreve as características e os resultados de alguns estudos econométricos sobre o comportamento do investimento público em relação ao privado em diversas economias, inclusive a do Brasil, que servirão como referência para a elaboração das estimações do investimento para o Brasil.

Este trabalho realiza uma análise empírica dos determinantes do investimento no Brasil, estabelecendo qual é a relação existente entre o capital público e capital privado, isto é a existência de complementaridade (*crowding in*) ou substituição (*crowding out*) entre esses dois tipos de investimento.

O estudo sobre a relação entre os capitais ganhou força após os artigos de Aschauer. Ele realizou uma investigação empírica sobre os efeitos dos gastos do governo americano no investimento privado a partir de uma perspectiva neoclássica. Para Aschauer (1989) por um lado, um maior investimento público aumenta a taxa nacional de acumulação de capital acima do nível escdhido (de uma forma radical presumida) por agentes do setor privado, por outro lado despesas de capital público pode afastar gastos privados para bens de capital.

Os resultados do trabalho de Aschauer (1989) indicam que não é suficiente para considerar os efeitos do capital público apenas o nível geral de gastos públicos ao avaliar os efeitos da política fiscal, é importante, sim, distinguir as diferentes categorias de despesas públicas. Os Estados Unidos sofrem uma grande mudança nos níveis de investimento público ao longo dos anos, e o autor concluiu que a característica distintiva do capital de infraestrutura para o capital público militar é que o primeiro complementa o capital privado na produção e distribuição de bens e serviços privados, porém em um nível superficial um aumento capital público pode reduzir o investimento privado, devido ao tipo de investimento realizado pelo governo.

Hatano (2010) examinou os efeitos do investimento público sobre o capital privado com base em dados japoneses, e suas estimativas feitas com base em um modelo que considera o equilíbrio de estoque de capital de longo prazo revelou claramente um efeito de complementaridade entre os capitais. Como sugestão do autor pode-se realizar um trabalho que estude a relação inversa, ou seja o efeito do

capital privado sobre o público, já que dessa forma não se faz necessário estudar os efeitos da política fiscal keynesiana.

Giri e Kukeli (2012) compilou as teorias do investimento para encontrar uma equação necessária para realizar um estudo de painel no qual incluiu onze países do leste europeu. O resultado encontrado foi de *crowding in* entre os capitais públicos e privados.

Àvarez (2010) fez um estudo empírico para Porto Rico, país em desenvolvimento, analisando a política de alocação de recursos públicos, percebendo que variava entre investimento em infraestrutura e investimento em não infraestrutura. Quando o governo realizou investimento em setores tais como saneamento público, transporte e energia permitiu que houvesse aumentos na taxa de retorno do capital privado do país. A relação encontrada entre os investimentos público e privado para Porto Rico é de complementaridade apesar de ter uma política pouco controversa.

Assim como em Porto Rico, a Índia também passou por um processo de mudança substancial na alocação de recursos públicos, de forma a realizar um desenvolvimento orientado para o mercado liderado pelo setor privado. Tais países fizeram uma redefinição radical das prioridades dos investimentos públicos e favor de projetos de infraestrutura.

O estudo realizado por Serven (1996) encontrou evidências convincentes de um efeito positivo (*crowding in*) e significativo a longo prazo do capital de infraestrutura pública sobre o estoque de capital privado, assim como um efeito adverso (*crowding out*) quando se trata de capital público não votado para a infraestrutura. Este estudo evidencia a necessidade de distinção entre infraestrutura pública e capital de não infraestrutura, principalmente em países em desenvolvimento, já que nelas o governo atua criando maneiras de incentivar o investimento privado, como atua de forma a concorrer por capital quando está presente no mercado de bens e serviços (que teoricamente poderiam ser realizados pelo setor privado).

O ritmo e o padrão dos investimentos e formação bruta de capital fixo no Brasil são tópicos centrais para o entendimento da atividade

econômica, e a volatilidade destes contribui fortemente para flutuações agregadas. Sob esta perspectiva, modelos teóricos e resultados empíricos relacionados ao investimento estimulam e fornecem informações para as discussões de políticas econômicas (LUPORINI e ALVES, 2010).<sup>2</sup>

Essas discussões sobre determinantes dos investimentos privados que consideram o Brasil para Luporini e Alves (2010) surgiram nas décadas de 1970 e 1980. As pesquisas contemporâneas de forma básica, variáveis que pudessem refletir as condições de demanda agregada existentes nas economias dos países em estudo, tais como produto e suas taxas de crescimento, produção do setor privado, entre outras. Alguns estudos se sucederam tentando estabelecer qual é a relação existente entre os capitais público e privado, mas os resultados são ambíguos, de forma que alguns encontraram uma complementaridade na relação e outros uma substituição.

O Jacinto e Ribeiro (2000) revisitou o trabalho feito por Stuart (1992) em “*Investimento público e formação de capital do setor privado no Brasil: uma análise empírica dos efeitos de curto e longo prazos durante o período 1972 – 1989.*” Utilizando teste de razão unitária e de cointegração entre as variáveis, já que o estudo anterior não verificou a estacionariedade das séries. Com a revisão o efeito entre o investimento público e privado no Brasil, no período analisado, foi de *crowding out*, ou seja, havia concorrência entre eles. Tal fato pode ser explicado devido ao momento que se encontrava a economia, na qual havia escassez de recursos, havendo assim uma competição entre os setores público e privado.

Melo e Rodrigues Junior (1999) da mesma forma tiveram como resultado dos seus trabalhos o efeito substituição para a relação dos capitais, quando analisaram a estimação para o período de 1970 a 1995. Isso pode ser explicado, segundo eles, pela progressiva deterioração da capacidade do governo brasileiro de realizar investimentos em infraestrutura durante o período analisado.

Corroborando do mesmo resultado do estudo anterior, Sonaglio, Braga e Campos (2010) também encontraram efeito de *crowding out* para os capitais, indicando que não há elevação da produtividade do investimento com a ação do

---

<sup>2</sup> ALVES, J. D. O.; LUPORINI, V. *Investimento Privado: uma análise empírica para o Brasil*. Economia e Sociedade, Campinas, v. 19, nº3, 2010, p. 3

investimento público, predominando a concorrência de recursos físicos e financeiros entre os setores no período de 1995 a 2006. Portanto importante é que a metodologia utilizada foi o Modelo de Correção de Erro Vetorial (VECM), porém tem como limitação a curta abrangência temporal da análise, apenas 12 anos.

É possível encontrar também evidências empíricas nas quais os resultados demonstram uma relação positiva entre os investimentos público e privado, tendo o efeito *crowding in* como predominante na interação. Isto aconteceu no estudo realizado por Coelho Junior e Pontili (2010) que obtiveram resultados que apontam a existência de uma relação positiva entre o Produto Interno Bruto e o investimento privado, confirmando as teorias keynesiana e neoclássica, demonstrando que um aumento na renda agregada provoca um aumento dos níveis de investimento por parte das empresas na economia.

O estudo resalta a importância da variável taxa de juros, devendo ser encarada como um custo de oportunidade na obtenção de capital e logo sendo determinante para a realização do investimento privado. Outra conclusão desta pesquisa é que a existência de um cenário favorável e partindo-se do princípio que existe um efeito multiplicador na economia, políticas expansionistas provocam aumento do investimento agregado.

Pontos importantes podem ser apreendidos dos estudos analisados, tais como a combinação linear das teorias do investimento, a importância dada ao efeito instabilidade, que apresenta efeito negativo sobre o investimento privado, e também a Teoria do Acelerador do Investimento. Muitos estudos não utilizaram como base para a pesquisa apenas uma teoria do investimento, apesar de tudo começar com Aschauer, que analisou a teoria neoclássica. Muitos estudos resdveram aproveitar o que cada teórica tinha por acrescentar e obtiveram uma equação na qual tem como explicação um pouco de cada teoria do investimento.

Mas não se pode negar a importância que foi dada pelos pesquisadores a Teoria do Acelerador, que demonstra que o investimento líquido é proporcional ao nível de produto com um  $\alpha$  de incremento na relação capital-produto.

### 3 MODELO TEÓRICO

Esse estudo busca analisar os efeitos de complementaridade e substituição dos capitais público e privado ressaltando adotar um modelo de investimento que aborda o acelerador flexível, que é uma teoria que é uma evolução tanto da teoria keynesiana quanto da teoria neoclássica. Analisando os estudos já realizados sobre o assunto a grande maioria converge para a importância do efeito do acelerador na determinação do investimento público e privado, isto é, o investimento responde as variações do produto positivamente, conforme esta teoria.

Difundido nas décadas de 1950 e 1960, mas com um estudo mais aprofundado por Erden e Holcombe (2005), no qual é dedicado uma maior atenção, o modelo de investimento baseado na teoria do acelerador flexível preconiza que o investimento é uma proporção linear das alterações no produto, sendo que o investimento líquido é proporcional a variação do nível de produto, ou em outras palavras ele assume que o estoque de capital desejado é proporcional ao nível de produção esperado:

$$K^*_{pt} = \alpha Y^e_t \quad (4)$$

onde  $K^*_{pt}$  é o estoque de capital desejado pelo setor privado no período  $t$ .  $Y^e_t$  é o nível esperado de saída no instante que pode ser entendida como a procura futura agregada. Nesta equação não se considera o papel exercido pelo preço dos fatores, mas que podem ser racionalizados se a função de produção seja na forma de proporções fixas ou se os preços relativos dos fatores permanecerem relativamente constantes.

Devido às restrições técnicas, tempo que leva para planejar, decidir, construir e instalar o novo capital (considera-se como defasagens no processo de tomada de decisão e implementação do investimento) o estoque real de capital privado não pode ajustar completamente para atingir o nível desejado, ou ajusta apenas parcialmente. Inseri-se então uma estrutura dinâmica no comportamento do capital privado, que considera um período de ajustamento quadrático na função de custo



$$\beta (K_{pt} - K^*_{pt})^2 + (1 - \beta)(K_{pt} - K_{p,t-1})^2 \quad (5)$$

onde  $K_{pt}$  é o estoque de capital privado. O termo inicial indica o custo do desequilíbrio e o segundo termo sigifica o custo de ajustamento para o equilíbrio. Minimizar o custo do ajuste em relação a  $K_{pt}$  produz um mecanismo de ajustamento parcial demonstrado na seguinte equação:

$$K_{pt} - K_{p,t-1} = \beta (K^*_{pt} - K_{p,t-1}) \quad 0 \leq \beta \leq 1 \quad (6)$$

onde  $\beta$  é o coeficiente de ajustamento. Desta forma o capital privado é ajustado à diferença entre o desejo do capital privado no tempo  $t$  e o capital privado atual no período anterior. Neste estudo faremos uso da definição de investimento privado bruto, que é expressa como

$$I_t = (K_{pt} - K_{p,t-1}) + \delta K_{p,t-1} \quad (7)$$

onde  $\delta$  é a taxa de depreciação do capital e  $I_t$  o investimento privado bruto. Reorganizando, temos

$$I_t = [1 - (1 - \delta)] K^*_{pt} \quad (7a)$$

O mecanismo de ajustamento parcial, para fins empíricos, pode ser especificado em termos de  $I$  como

$$I_t - I_{t-1} = \beta (I^*_t - I_{t-1}) \quad (8)$$

Para dar uma maior dinâmica a especificação, é preciso inserir as variáveis que podem afetar o ajustamento do investimento privado, tais como o investimento do governo e outras variáveis relevantes. Essas variáveis afetam a velocidade do ajustamento (diferença entre investimento privado bruto desejado e o atual) que é fechado a cada período de curto prazo. Assim a representação do  $\beta$  é

$$\beta = a_0 + [1/(R^*t - R^{t-1})](\gamma_1 G_t + \gamma_2 X_t), \quad (9)$$

onde  $a_0$  é o intercepto,  $G$  é o investimento público, e  $X_t$  é um vetor das variáveis relevantes. Para que sejam capturados pelo coeficiente de ajuste os efeitos defasados dessas variáveis sobre o investimento privado encontra-se uma equação subjacente implícita a equação (6). Inserindo a equação (6) em (5) temos

$$R^*t - R^{t-1} = a_0(R^*t - R^{t-1}) + \gamma_1 G_t + \gamma_2 X_t \quad (10)$$

No que a equação (7a) no equilíbrio é representada por

$$R^*t = [1 - (1 - \delta)] K^*t \quad (11)$$

Inserindo (1) em (8) e o seu resultado colocado em (7), fazendo uma reorganização, chega-se a uma equação reduzida dinâmica para o investimento privado que está presente o investimento público, além das variáveis relevantes

$$R_{i,t} = a_0 [1 - (1 - \delta)] Y_{i,t} + \gamma_1 G_{i,t} + \gamma_2 X_{i,t} + u_{i,t}, \quad (12)$$

No qual  $i = 1, \dots, N$  e  $t = 1, \dots, T$  representa o corte transversal e a dimensão das séries temporais dos dados e  $u_{i,t}$  é uma perturbação aleatória

Esse modelo torna-se flexível, já que permite que o investimento a ser especificado tenha como variável não somente o nível de produto esperado como também as variáveis relevantes. O coeficiente  $Y_{it}$  capta o efeito acelerador e espera que ele seja positivo, já o coeficiente  $G_{it}$  pode ser positivo (complementar) ou negativo (substituição) dependendo da relação.

Com relação as variáveis, das relevantes para esse modelo, é possível dividir em calculáveis e não calculáveis, tais como custo de capital, disponibilidade de crédito, taxa de juros, inflação, dentre outras como as calculáveis, como também teríamos a segurança das instituições, as decisões políticas, e muito mais como as incalculáveis. Para este estudo serão utilizadas apenas a inflação como *proxy* da incerteza, devido à insegurança dos dados disponíveis em órgãos oficiais.

## 4 ASPECTOS METODOLÓGICOS

O estudo utiliza séries macroeconômicas que constam no banco de dados divulgado pelo Instituto de Pesquisas Aplicadas (Ipeadata), de forma que foram encadeadas a apresentar observações anuais de maneira consistente para as séries de interesse, viabilizando assim novas estimações referentes à relação existente entre o capital público e privado.

### 4.1 Base de dados

Nesta análise empírica sobre os determinantes do investimento foram utilizadas as séries macroeconômicas de Formação Bruta de Capital Fixo Público ( $G_t$ ), do Produto Interno Bruto ( $Y$ ), e a inflação (INF). Para a variável Formação Bruta de Capital Fixo Privado foi realizado um arranjo para dar possibilidade de ampliar o espaço temporal das séries, de forma que essa variável foi formada pela diferença entre a Formação Bruta de Capital Fixo total e a Formação Bruta de Capital Fixo Público, gerando assim a variável Formação Bruta de Capital Fixo Privada ( $P_t$ ).

De forma concreta as variáveis utilizadas nas estimações são:

$G_t =$  Investimento Público (Ipeadata), em milhões de reais de 2009.

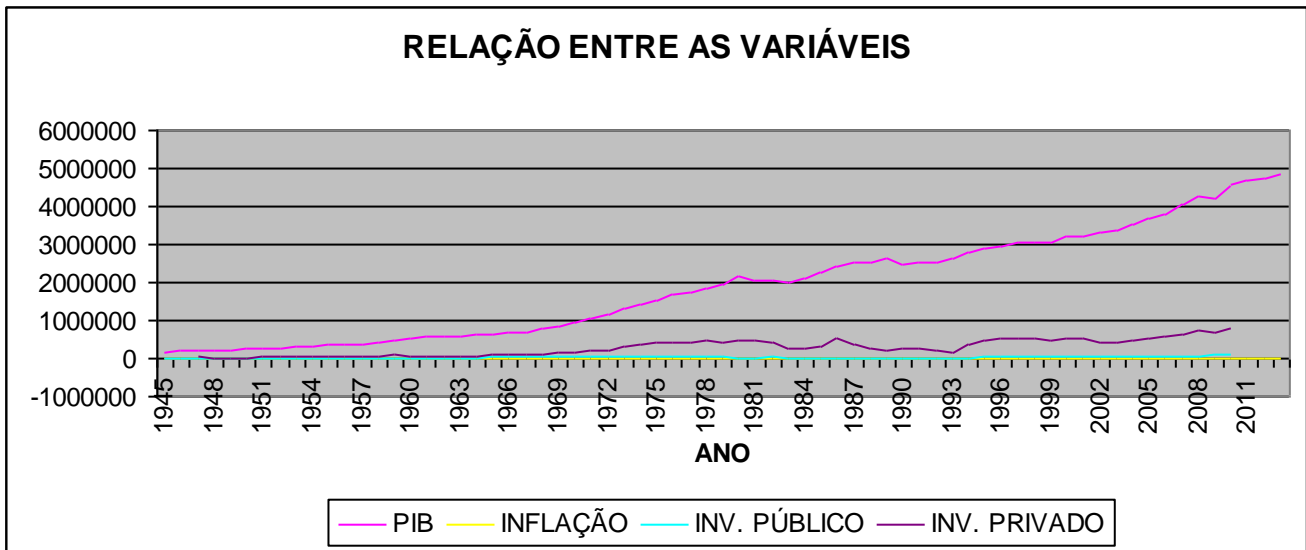
$Y =$  Produto Interno Bruto série Produto Interno Bruto (Ipeadata), em milhões de reais de 2009.

INF = Taxa de Inflação (Ipeadata), em percentual.

$P_t =$  Investimento Privado (Ipeadata), em milhões de reais de 2009.

Segue a forma gráfica das variáveis a serem estimadas,

GRÁFICO 1



Fonte: Elaboração Própria

Pelo estudo e testes realizados a variável inflação não se apresentou significativa e também não foi integrada, o que gerou a sua exclusão da estimação. Um grande problema encontrado foi a dificuldade e a validade das variáveis, o que fez com que as que permaneceram nesse estudo foi devido ao seu grande número de observações, possibilitando assim uma maior segurança dos resultados.

#### 4.2 Metodologia Econométrica

De posse das séries temporais foi necessário log-linearizar utilizando o logaritmo natural para realizar a análise econométrica, e também foram consideradas a preços constantes do ano de 2010. Estas séries utilizadas são variáveis de séries de dados que estão ordenadas no tempo, logo os métodos mais usuais de estimação e inferência supõem que são variáveis estacionárias. Por estudos já realizados sobre os determinantes do investimento, demonstram que essas séries são não-estacionárias, ou seja, elas possuem raiz unitária ou tendência estocástica no processo autorregressivo que gera a variável.

Para suprir qualquer dúvida e com o intuito de analisar as inter-relações existentes entre essas séries, serão aplicados testes de estacionariedade nas séries

como objetivo de detectar a presença de raízes unitárias. Posteriormente, far-se-á uso dos testes de cointegração de Engle-Granger, sistema triangular de Phillips e teste de Johansen, como também serão calculados os coeficientes de correlação entre as séries através do Método dos Mínimos Quadrados Ordinários, com a finalidade de obter os coeficientes da equação única que estabelece a relação entre os investimentos públicos e privados.

#### **4.2.1 Teste de Raiz Unitária**

Testes realizados sobre a hipótese de raiz unitária auxiliam na identificação da presença ou ausência de estacionariedade nas variáveis utilizadas nas estimações.

Segundo Maddala (2003), admitindo-se  $X(t)$  como uma variável aleatória, uma série temporal denomina-se estritamente estacionária quando a distribuição de  $X(t)$  é independente de  $t$ , ou seja, não são apenas a média e a variância que são constantes, mas todos os momentos de ordem elevada são independentes de  $t$ .

Gujarati (2006) afirma que um processo é estacionário se suas médias e variâncias forem constantes ao longo do tempo e o valor da covariância entre os dois períodos de tempo depender apenas da distância ou defasagem entre os dois períodos, e não do período de tempo efetivo em que a covariância é calculada. Explica, ainda, que uma série não estacionária só pode ter seu comportamento estudado para um determinado período, devido à série apresentar média ou variância, ou ainda as duas juntas, variando com o tempo.

Normalmente são realizados testes de estacionariedade nas séries temporais tendo como objetivo identificar a presença de raiz unitária. Nos estudos econômicos realizados em sua grande maioria faz-se a utilização do teste de raiz unitária através do método de Dickey-Fuller Aumentado (ADF). Este teste permite identificar qual é a ordem de integração das séries, ou seja, quantas vezes são necessárias as diferenças para torná-las estacionárias. Assim, a realização do teste de raiz unitária ADF consiste na estimação da regressão:

$$\Delta y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta y_{t-1} + \varepsilon_t$$

onde  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\delta$  e  $\alpha_i$  são parâmetros do modelo e  $\varepsilon_t$  é um termo de erro de ruído branco.

O teste ADF será usado neste trabalho com o objetivo de identificar se as séries temporais apresentam raiz unitária ou não, que resultará na condição de série não estacionária ou série estacionária, respectivamente.

#### 4.2.2 Teste de Cointegração

A cointegração pode ser identificada pela realização dos testes de raiz unitária, conforme descrito acima, quando aplicados aos resíduos gerados por uma regressão linear das variáveis, demonstrando que as variáveis não são integradas em  $I(0)$ . Quando duas variáveis são integradas de primeira ordem, tornando-as estacionárias, faz-se necessário a aplicação de uma diferença de ordem um. Sendo elas integradas de ordem um, mas sua combinação linear for estacionária, isto é, apesar de ambas serem integradas de ordem um, mas sua combinação for integrada de ordem zero, as variáveis serão cointegradas, desde que os resíduos de regressão, envolvendo as duas variáveis, sejam estacionários. A cointegração implica na existência de um equilíbrio de longo prazo entre elas.

##### 4.2.2.1 Matriz triangular - Phillips

Realizar teste de cointegração tem por objetivo identificar se há algum relacionamento de longo prazo entre as variáveis, sendo necessário aplicar o sistema de matriz triangular de Phillips (1991), no qual as variáveis são convenientemente simuladas para obter suas cointegrações.

Para um sistema de bivaráveis cointegradas, tais como  $Y_t = (Y_{1T}; Y_{2T})'$  com vetores cointegrantes  $\beta = (1, -\beta_2)'$ . A representação tem a forma triangular:

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_1 + \beta_3 X_2 + \beta_4 X_3 + \varepsilon_t$$

$$Y_{1t} = \beta_2 Y_{2t} + u_t;$$

$$Y_{2t} = Y_{2t-1} + v_t;$$

Onde, nesse estudos  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  são as variáveis explicativas PIB, Formação de Capital Público e Inflação, e  $Y_{2t}$  é o vetor de integração das mesmas variáveis.

A primeira equação descreve a relação de equilíbrio de longo prazo, com uma  $I(0)$  ut erro de equilíbrio. A segunda equação especifica  $Y_{2T}$  como a tendência estocástica com inovação  $v_t$ :

$$y_{2t} = y_{20} + \sum_{j=1}^t v_j$$

Em geral, as inovações  $u_t$  e  $v_t$  podem ser contemporaneamente e seriamente correlacionados. A estrutura de séries temporais dessas inovações caracteriza a dinâmica de curto prazo do sistema cointegrado.

O sistema com  $\beta_2 = 1$ , por exemplo, pode ser utilizado para modelar o comportamento do logaritmo do Produto Interno Bruto, Formação de Capital Bruto, entre outras.

Para validar a matriz triangular e poder dar continuidade aos testes de cointegração e realizar a modelagem da equação, foi realizado o teste de Johansen<sup>3</sup>, que ajuda a identificar quantos vetores de cointegração existe entre as variáveis.

#### 4.2.2.2 Teste de Cointegração de Engle-Granger

Esse teste tem indicação para ser realizado sobre um modelo de várias variáveis que estão presentes em uma única equação, de forma a determinar a

<sup>3</sup> Teste de Johansen – sua metodologia e os resultados são apresentados no apêndice B



possibilidade de existência de mais de um vetor de cointegração. Engle-Granger propõem uma metodologia a três passos para determinar as variáveis. A metodologia consiste em estimar a relação de longo prazo e armazenar os resíduos. Se as variáveis forem cointegradas, os resíduos serão estacionários, portanto o objetivo é fazer o teste de raiz unitária nos resíduos. Se a hipótese nula de raiz unitária dos resíduos não for rejeitada (resíduos não estacionários), as variáveis não serão cointegradas.

O teste de Engle-Granger segue os seguintes passos:

1 – execute o teste de raiz unitária nas variáveis de interesse e certifique-se que são  $I(1)$ ;

2 – estime a relação de longo prazo e obtenha  $\hat{U}$ , em que o circunflexo representa resíduos;

3 – faça o teste de raiz unitária nos resíduos estimados, usando o procedimento ADF:

$$\Delta \hat{U}_t = \alpha \hat{U}_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \lambda_{i+1} \Delta \hat{U}_{t-i} + \nu_t$$

Esse teste possibilita que os coeficientes  $\beta$  sejam estimados por mínimos quadrados ordinários, já que na presença de cointegração ele será superconsistente.

#### 4.2.2.3 Teste de Phillips-Ouliaris

Phillips e Ouliaris estudaram e desenvolveram dois testes que são realizados sobre os resíduos das variáveis, que são identificados como Taxa de Variação e Traço Multivariado. A diferença entre esses testes é que o teste que utiliza a estatística do Traço Multivariado tem a propriedade de ser invariante a normalização, ou seja, independe de ser a variável explicativa ou a variável explicada.

As hipóteses do teste são:

$H_0$ : “Não existe cointegração entre as séries temporais”

$H_1$ : “As séries temporais são cointegradas”

Inicialmente verifica-se se as séries temporais são não estacionárias em ordem  $I(1)$ , utilizando o teste ADF. Após a verificação da presença de raiz unitária em  $X_t$  e  $Y_t$  tomamos a partição  $\mu_t = (Y_t, X_t')$  calculamos um vetor autorregressivo de primeira ordem, isto é, fazemos uma regressão de  $\mu_t$  em  $\mu_{t-1}$  sem intercepto

$$\mu_t = \alpha \mu_{t-1} + \epsilon_t$$

Baseando-se no resíduo da regressão de defasagem, Phillips e Ouliaris propõem duas estatísticas que podem ser utilizadas para detectar cointegração entre as séries temporais, o Taxa de Variância e Traço Multivariado.

#### 4.2.2.4 Mínimos Quadrados Ordinários Dinâmicos

A metodologia conhecida como Mínimos Quadrados Ordinários Dinâmicos (DOLS) foi desenvolvida por Stock e Watson (1993), e é proveniente de estimadores robustos para séries cointegradas, nas quais as amostras são pequenas.

Essa metodologia é bem mais vantajosa do que o Mínimos Quadrados Ordinários por não necessitar que todas as séries individuais sejam cointegradas de ordem um, como também pode ser aplicada a sistemas envolvendo variáveis de diferentes ordens de integração.

O DOLS baseia-se em simulações de Monte Carlo, de que os estimadores são mais robustos quando as séries são de pequeno porte quando comparados a outros estimadores. Mais do que isso, o DOLS é uma técnica para obter estimadores eficientes para vetores de cointegração que envolvam componentes determinísticos e acomode imediatamente variáveis de alta ordem de integração de ordens distintas, cointegradas, bem como a possível simultaneidade entre os regressores de um sistema de demanda. (STOCK e WATSON, 1993)

Quando as variáveis são cointegradas e ordem um, ou seja, não estacionária, deve-se regressar a variável em nível em outra variável e os *leads* e *lags* da sua primeira diferença e um termo constante, já que a presença de *leads* e *lags* de

diferentes variáveis na equação estimada, na qual tem um vetor de coltegração, acaba por eliminar o viés da simultaneidade juntamente com o viés das pequenas amostras, segundo Stock e Watson (1993).

No caso desse estudo, o modelo a ser aplicado é de regressão múltipla, na qual leva em consideração diversas variáveis explicativas influenciando  $y$  ao mesmo tempo:

$$y = \beta_0 + x_1\beta_1 + x_2\beta_2 + x_3\beta_3 + \dots + x_k\beta_k + \varepsilon$$

Assim apresentado os dados, o modelo econométrico e a metodologia empírica a ser utilizada, e verificada através dos testes a robustez do modelo, apresenta-se a equação a ser estimada:

$$\ln P_{it} = c + \beta_1 \ln Y_t + \beta_2 \ln G_{it} + \varepsilon_t \quad (13)$$

Sendo  $c$  o intercepto,  $\beta_1$  e  $\beta_2$  as elasticidades e  $\varepsilon_t$  o coeficiente de erro. Todas as variáveis estão em logaritmos. O período abrangido foi de 1947 até 2009, totalizando 62 observações. Vale ressaltar que inicialmente a equação a variável inflação, mas esta não se demonstrou estatisticamente significativa a 5% e por consequência não se tornou coltegrada.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Teste de Raiz Unitária

Conforme demonstrado no capítulo anterior, o teste utilizado para verificar a presença de raiz unitária nas séries foi o Dickey-Fuller Aumentado (ADF), com constante e com tendência. A tabela abaixo demonstra o resultado do teste.

**TABELA 1 - TESTE DE RAIZ UNITÁRIA**

Variável	t-estatística	p-valor
Log Pi1	-1,901092	0,641840
Log Y	-1,411356	0,848659
Log Gi1	-2,480785	0,336307

Fonte: Elaboração própria

Como as séries são não estacionárias, foi preciso diferenciá-las até que se obtivesse a estacionariedade. Observe que todas as variáveis são não estacionárias e que possuem integração na mesma ordem  $I(1)$ . Assim o passo seguinte é saber se a combinação linear entre elas é estacionária, testando a existência de cointegração entre as séries em primeira diferença. E os resultados estão na tabela seguinte.

**TABELA 2 - TESTE ADF (VARIÁVEIS EM 1ª DIFERENÇA)**

Variável	t-estatística	p-valor
Log Pi1	-6,993462	8,77E-08
Log Y	-2,822340	0,060605
Log Gi1	-3,332422	0,018061

Fonte: Elaboração própria

### 5.2 Testes de Cointegração

O resultado do teste de estacionariedade indica que as variáveis em nível são não estacionárias, e, na primeira diferença, são estacionárias. Sendo assim todas

as variáveis mostram ser integradas em ordem  $I(1)$ . No entanto, é necessário realizar testes de cointegração a fim de verificar se as séries possuem um ou mais vetores de cointegração, confirmando a relação de longo prazo.

Primeiramente foi estimado pelo método de Phillips-Ouliaris, em seguida realizou-se o teste de Engle-Granger. Ambos os testes apresentaram resultados semelhantes, apresentando valores  $p$  que demonstram que há evidências de um vetor de cointegração entre as variáveis e sua hipótese nula de ausência de cointegração foi rejeitada, como apresentados na tabela abaixo.

**TABELA 3 - TESTE DE COINTEGRAÇÃO**

<b>TESTE DE COINTEGRAÇÃO - ENGLE-GRANGER e PHILLIPS-OULIARIS</b>			
	Prob.		Prob.
Engle-Granger tau-statistic	0,0528	Phillips-Ouliaris tau-statistic	0,0564
Engle-Granger z-statistic	0,0483	Phillips-Ouliaris z-statistic	0,0609
$R^2$	0,192753	$R^2$	0,192753

Fonte: Elaboração própria

Um teste que se faz necessário também devido aos testes de Phillips-Ouliaris e Engle-Granger considerarem como hipótese nula a ausência de cointegração e assim sofrer diversas críticas, é o teste de instabilidade de Hansen. Para Hansen (1992), a hipótese nula mais apropriada é a existência de cointegração, haja vista ser essa a hipótese de interesse do estudo. Ele afirma que se as variáveis do modelo não forem integradas, então o termo de erro,  $\mu$ , deverá ser  $I(1)$ .

Para verificar se a relação de integração é contínua no longo prazo, haja vista que diversas mudanças econômicas influenciarão as séries das variáveis, o teste de Hansen verifica a existência de tal variação. Ele apresentou como resultado o valor  $p > 0,2$ , logo a hipótese nula não foi rejeitada a um nível de 5% de significância, e a cointegração entre as variáveis se mantém ao longo do tempo.

Assim pelos resultados apresentados observamos que as séries são não-estacionárias e integradas em mesma ordem  $I(1)$ , torna-se possível trabalhar com as séries em nível sem perder a relação estável entre as variáveis a curto e longo prazo, e para definir qual método utilizar na regressão, realizamos o teste de

Johansen<sup>4</sup>, com o intuito de definir o número de vetores de cointegração. O resultado encontrado nesse teste indica a presença de apenas um vetor de cointegração, o que torna possível a utilização do Método dos Mínimos Quadrados Ordinários Dinâmicos (DOLS).

Fazendo a regressão através do DOLS, encontramos os valores expostos abaixo para os coeficientes das variáveis.

**TABELA 4 - ESTIMAÇÃO MÍNIMOS QUADRADOS ORDINÁRIOS DINÂMICOS**

Variável	Coefficiente	Estatística t
Log Y	1,12302	15,74647
Log Gi1	0,166227	2,85126
C	-5,5826	-6,047176
R <sup>2</sup>	0,962582	

Fonte: Elaboração própria

Os testes de significância das variáveis estimadas apresentam que todas as são estatisticamente significativas ao nível de 5%. Pode-se então deduzir que todas as variáveis explicam o comportamento do investimento privado no longo prazo. Analisando os sinais gerados pela regressão entendemos que eles encontram-se de acordo com a teoria econômica apresentada.

A função estimada indica que 96% das variações do investimento privado são explicadas conjuntamente pelas variáveis presentes na equação abaixo:

$$\ln R_{1t} = -5,5826 + 1,12302 \ln Y_t + 0,166227 \ln G_{1t} \quad (14)$$

Os resultados apresentaram para o investimento público uma relação de longo prazo positiva e significativa e em relação ao investimento privado, sendo que, dado o produto, o aumento de 1% no gasto governamental gera uma elevação média de 0,16% no capital privado. Assim também os resultados sugerem uma correlação positiva entre o PIB e o investimento privado, sendo que o aumento de 1% no PIB gera uma elevação média de 1,12% no capital privado, confirmando a

<sup>4</sup> Teste de Johansen – resultado apresentado na tabela 1 do apêndice B

predição teórica do comportamento pró-cíclico do investimento, sendo estimulado quando há crescimento da economia.

A literatura estudada apresenta diversos resultados para os coeficientes das variáveis analisadas nesse texto, apresentando valores como 1% de variação do capital público aumenta em 0,92% o capital privado em Sanches e Rocha (2010), e 1% de variação do capital público aumenta em 0,5% o capital privado em Silva e Araújo Junior (2011), ou 1% de variação do capital público aumenta em 4,14% o capital privado em Conte Filho (2008), o que difere apenas no numeral encontrado, já que o resultado encontrado foi que 1% de variação do capital público aumenta em 0,16% (MQOD) o capital privado, mas o efeito continua sendo de *crowding in*, ou seja, de complementariedade entre os capitais.

## 6 CONCLUSÕES

O presente trabalho tem como objetivo analisar a relação existente entre o investimento público e o investimento privado, no período de 1945 a 2010, tendo como possibilidades a complementaridade ou a substituição entre eles.

Com esse objetivo, inicialmente foi analisado as teorias do investimento baseado em pensamentos da escola keynesiana, neoclássica e nas suas evoluções, que trouxeram a teoria do acelerador flexível. Com a revisão dos estudos foi necessário aprofundar na importância da variável que demonstrasse a incerteza, tais como inflação, taxa de juros, dentre outras. Nesse estudo, porém utilizamos a variável inflação já que a mesma estava disponível no banco de dados dentro do período analisado. Contudo a variável mostrou-se estatisticamente insignificante.

Uma vez realizada a revisão teórica, o próximo passo foi verificar a estacionariedade das séries pesquisadas através do teste de raiz unitária, que resultou na não estacionariedade das variáveis. Assim aplicamos os testes de cointegração de Engle-Granger, a matriz triangular de Phillips e o teste de Johansen e como resultado as séries se mostraram integradas em ordem  $I(1)$ , e assim no passo seguinte foi estimada a equação pelo método dos mínimos quadrados ordinários e também pelo método dos mínimos quadrados ordinários dinâmicos, na qual tinha como variáveis o capital público e o produto interno bruto explicando a variável capital privado.

Os resultados mostraram que os investimentos governamentais foram complementares ao investimento privado (*crowding in*) no longo prazo. Portanto, os gastos das administrações públicas em investimento atraem novos gastos de formação bruta de capital fixo por parte do setor privado. Os investimentos públicos tenderam a acontecer em infraestrutura e em projetos onde o setor privado tinha limites para atuar, devido ao enorme volume de recursos necessários e sua implementação e todas as dificuldades que os grandes projetos trazem consigo. Analisando o gráfico da variável investimento público, presente no apêndice A, a partir do início dos anos 80, houve redução do crescimento econômico, conseqüentemente, quando o Estado perdeu capacidade de investir.



Assim essa contribuição aumenta ainda mais com a contradição dos resultados sobre a relação entre investimento público e privado presente nas literaturas pesquisadas, encontramos que o investimento realizado pelo poder público tem o sentido de complementar o investimento privado, já que ele atua em projetos que o setor privado não tem ou interesse ou capacidade para atuar, seja devido ao enorme volume de recursos necessários para implementar ou por todas as dificuldades que grandes projetos apresentam inerentes a ele.

Como sugestão para novos trabalhos sugere-se que seja o investimento público separado em infraestrutura e não infraestrutura, já que estudos apontam que quando o setor público atua com capital de não infraestrutura estaria ele concorrendo com o setor privado e assim exercendo um efeito de substituição entre eles, mas fica a ressalva da grande dificuldade de ter dados dessa natureza. Conclui-se então que a partir das variáveis estudadas e dos seus períodos analisados, a combinação do investimento privado com o investimento público tem o sentido de complementaridade ou efeito *crowding in* no crescimento econômico no período de 1945 até 2010.

## REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, D. Is Public Investment Crowding-In Private Investment? A Review of the Relationship between Public and Private Investment in Puerto Rico. *Public Finance Review* 2010.
- ALVES, J. D. O.; LUPORIN, V. Investimento Privado: uma análise empírica para o Brasil. *Economia e Sociidade*, Campinas, vol. 19, nº3, 2010.
- ASCHAUER, D. A. Is Public Expenditure productive? *Journal of Monetary Economics* 1989.
- COELHO JUNIOR, J. S.; PONTILI, R. M. Uma análise econométrica dos componentes que afetam o investimento privado no Brasil, fazendo-se aplicação do teste de razão unitária. *VII ENPPEX*, 2010.
- CONTE FILHO, C. G. Os Determinantes do Investimento privado na Economia Brasileira 1995-2003. 2008, 113 f. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia. Porto Alegre.
- DICKKEY, D. A. e FULLER, W. A. Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, vd. 74, p 427-431, 1979.
- ERDEN, L.; HOLCOMBE, R. G. The Effects of Public investment on private investment in developing economies. *Public Finance Review* vd. 33, nº 5, 2005.
- FACHNELLI, A. S. Cointegração e correção de erro para a formação bruta de capital fixo no Brasil pós plano real. *Revista Economia & Tecnologia*, vd. 10, nº1, 2014.
- GJIN, A.; KUKELI, A. Crowding out effect of public investment on private investment: an empirical investigation. *Journal of Business & Economics Research*, vd. 10, 2012.
- GRANGER, C. W. J. *Investigating Causal Relation by Econometric Models and Cross-Spectral Methods*. Econometria 6 ed. São Paulo: Saraiva, 1969.
- GUARATI, D. N. *Econometria Básica*. Tradução: Maria José Cyhlar Monteiro. Rio de Janeiro: Elsevier, 5ª tiragem, 2006.
- HAMILTON, J. *Time Series Analysis*. 1994. 115 f. Princeton University Press. Los Angeles.
- HANSEN, B. E. Testing for parameter instability in regressions with I(1) processes. *Journal of Business and Economic Statistics*, vd. 10, 1992.
- HATANQ, T. Crowding in effect public investment on private investment. *Public Policy Review* vd. 6, 2010.
- HILL, R. Carter; GRIFFITHS, William E.; JUDGE, George G. *Econometria*. Tradução: Alfredo Alves de Faria. São Paulo: Saraiva, 1999.

JACINTO, P. A.; RIBEIRO, E. P. Co-integração, efeitos crowding-in e crowding-out entre investimento público e privado no Brasil: 1973-1989. *XXV Encontro Nacional de Economia*, 1997.

KEYNES, J. M. *A teoria geral do emprego, do juro e da moeda*. São Paulo, Editora Atlas S. A. 1936.

LUPORIN, Viviane; ALVES, Joana Duarte Ouro. Evidência da Teoria do Investimento e Análise Empírica para o Brasil. In: ENCONTRO 2007 ANPEC Disponível em <[www.anpec.org.br/encontro2007/artigos/A07A172.pdf](http://www.anpec.org.br/encontro2007/artigos/A07A172.pdf)>. Acesso em 21 mai. 2014.

MACKINNON, J. G. Critical Values of Cointegration Test. In: Engle, R. E. e Granger, C. W. J. (Eds.). *Long-Run Economic Relationships in Cointegration*. Capítulo 13, Nova York: Oxford University Press, 1991.

MADDALA, G. S. *Introdução à Econometria* 3ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

MELQ, G. M.; RODRIGUES JUNIOR, W. Investimento privado no Brasil: equações de curto e longo prazos. *Revista Econômica do Nordeste*, Fortaleza, vd. 30, 1999.

NUNES, J. M. M. Raízes unitárias, flutuações econômicas e a “persistência” dos choques. *Revista de Economia Política*, vd. 15, nº 2, 1995.

PINDYCK, R. e SOLIMANQ, A. Economic instability and aggregate investment. *NBER. Macroeconomics Annual*. 1993.

REIS, C. F. B. Investimento público e desenvolvimento econômico: análise aplicada ao Brasil entre 1950 e 2006, com base em uma perspectiva teórica keynesiana e estruturalista. *Cadernos Crítica Econômica*, 2008.

ROCHA, C. H.; TEXEIRA, T. R. Complementariedade versus substituição entre investimento público e privado na economia brasileira 1965-90. *Revista Brasileira de Economia*, São Paulo, v. 46, p. 13-20, dez. 1996.

SANCHES, N. G.; ROCHA, F. Investimento estaduais públicos e privados: “bens” substitutos ou complementares? *Faculdade de Economia Aplicada – USP*, 2010. Disponível em [www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-80502010000200006](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-80502010000200006)> Acesso em 21 mai. 2014.

SERVEN, L. Does Public Capital crowd out Private Capital? *Policy Research Working Paper*. 1996

SILVA, D. O. P.; ARAÚJO JUNIOR, I. T. Análise empírica da função investimento no Brasil. *Anais do I Fórum de debates acadêmicos*, 2011.

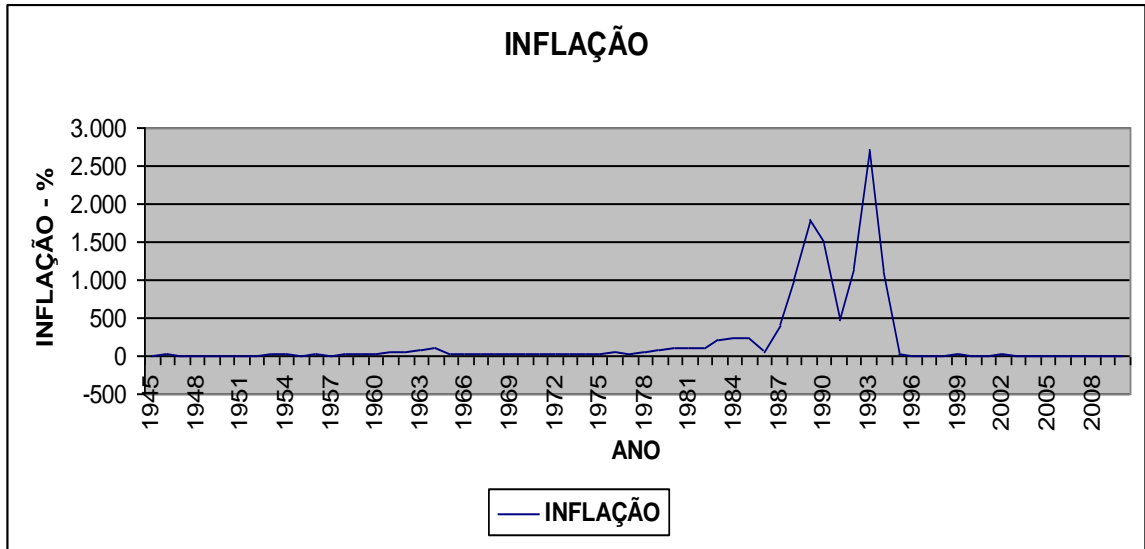
SONAGLI Q C M; BRAGA, M J.; CAMPOS, A. C. Investimento público e privado no Brasil: Evidências dos efeitos crowd-in e crowd-out no período 1995-2006. *Revista Economia*, 2010.

TOBIN J. A General equilibrium approach to monetary theory. *Journal of money, Credit and Banking*. V.1, n 1, p 15-29, fev. 1969.

WATHER, M A; CYPRIANO, L A. *Crescimento econômico e investimento privado: uma análise econométrica para o Brasil pós-plano real*. 2008. Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

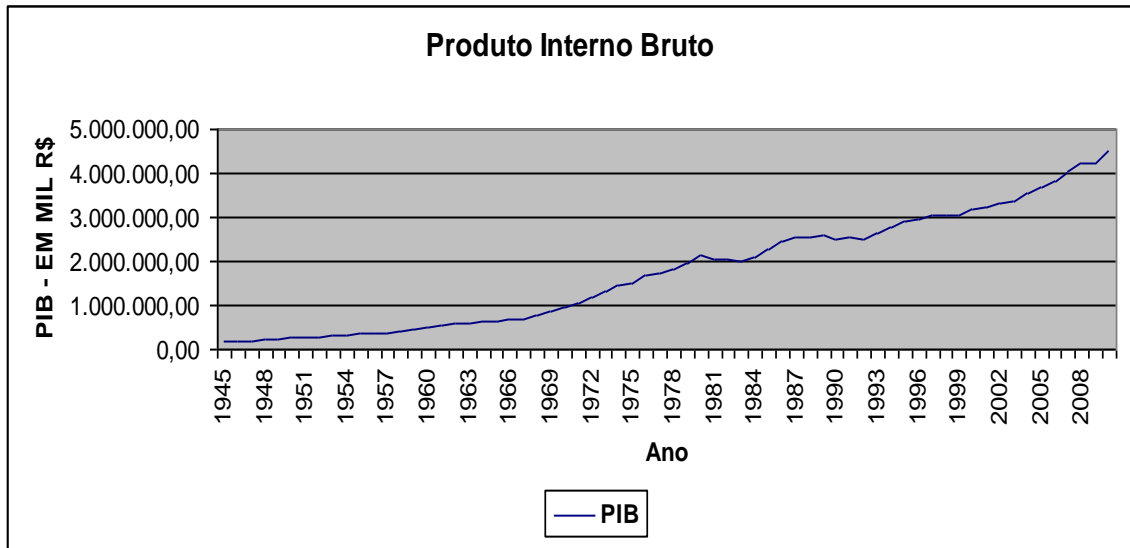
## APÊNDICE A

Gráfico 1 – Inflação por ano no Brasil



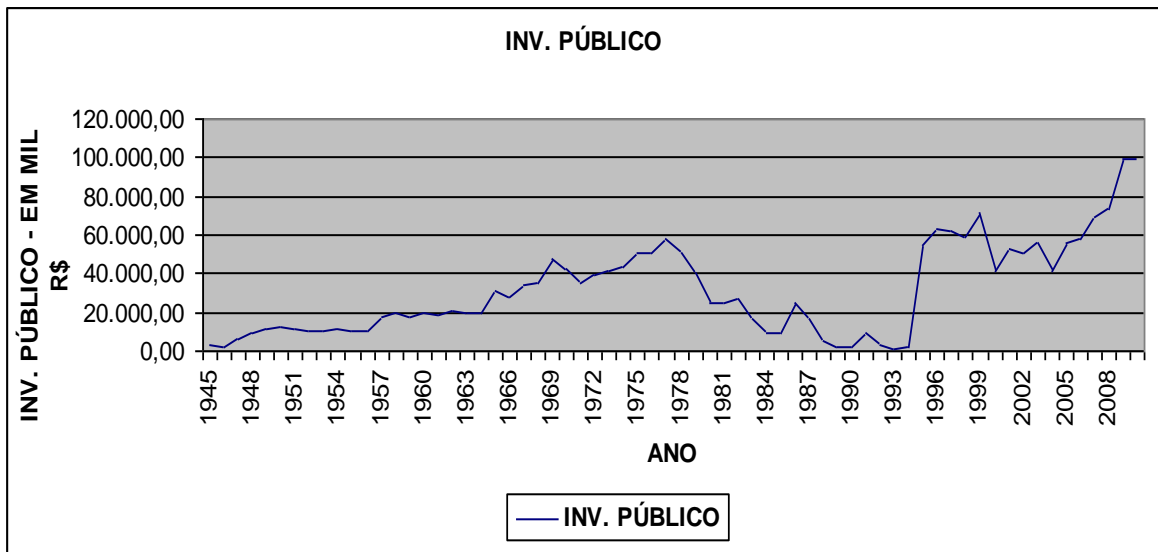
Fonte: Elaboração Própria

Gráfico 2 – Produto Interno Bruto por ano no Brasil



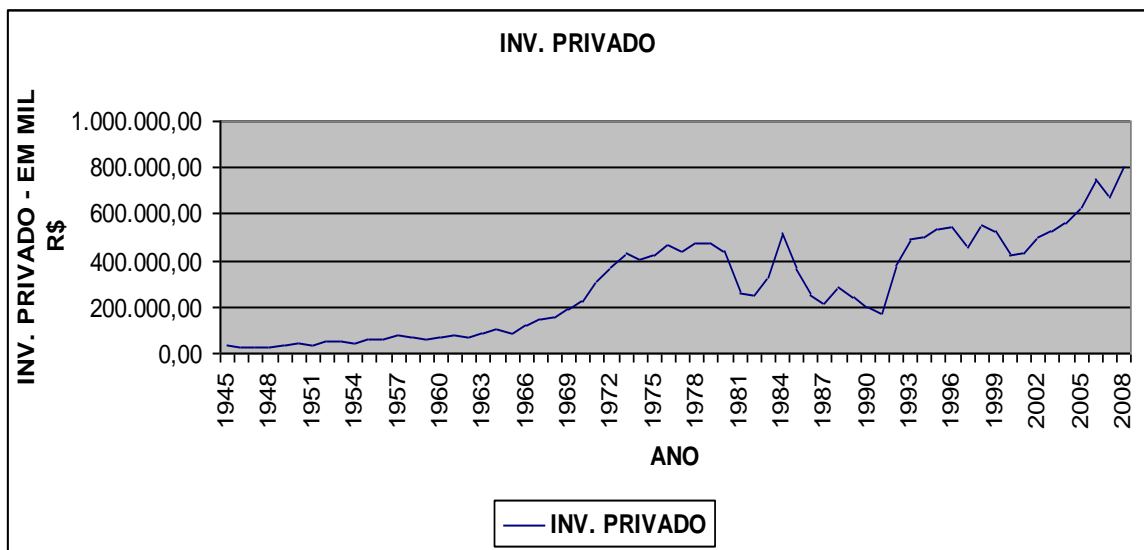
Fonte: Elaboração Própria

Gráfico 3 – Investimento Público por ano no Brasil



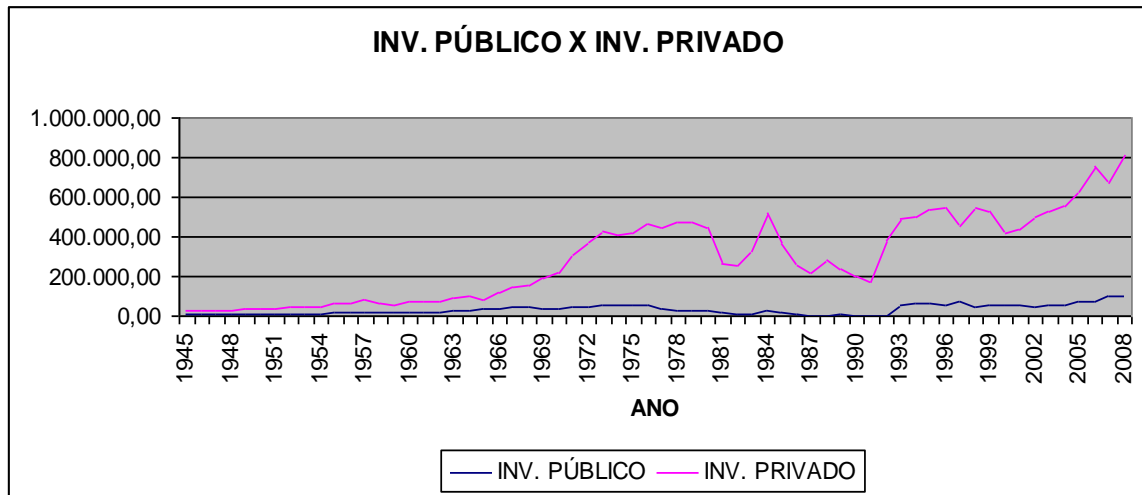
Fonte: Elaboração Própria

Gráfico 4 – Investimento Privado por ano no Brasil



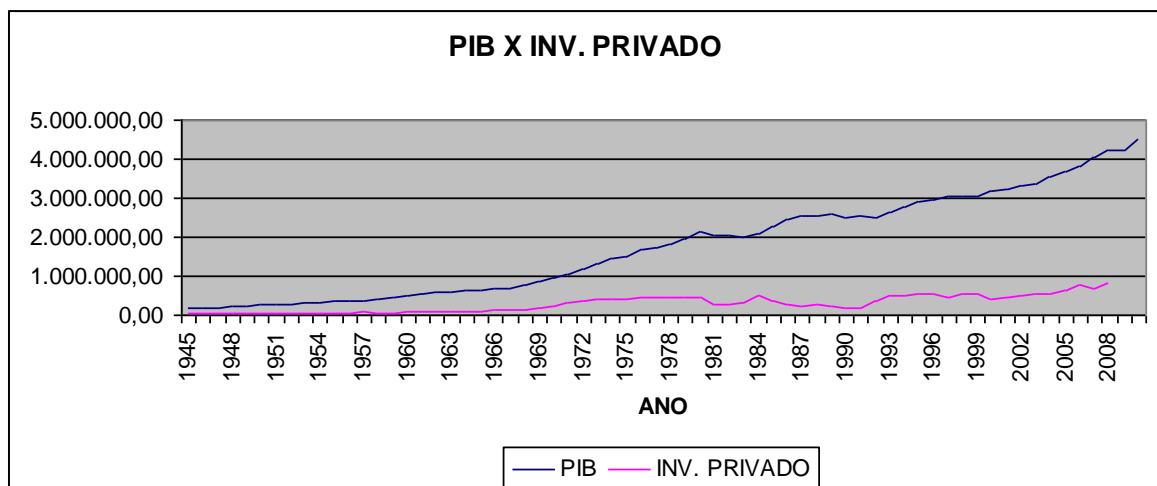
Fonte: Elaboração Própria

Gráfico 5 – Relação entre Investimento Público e Privado



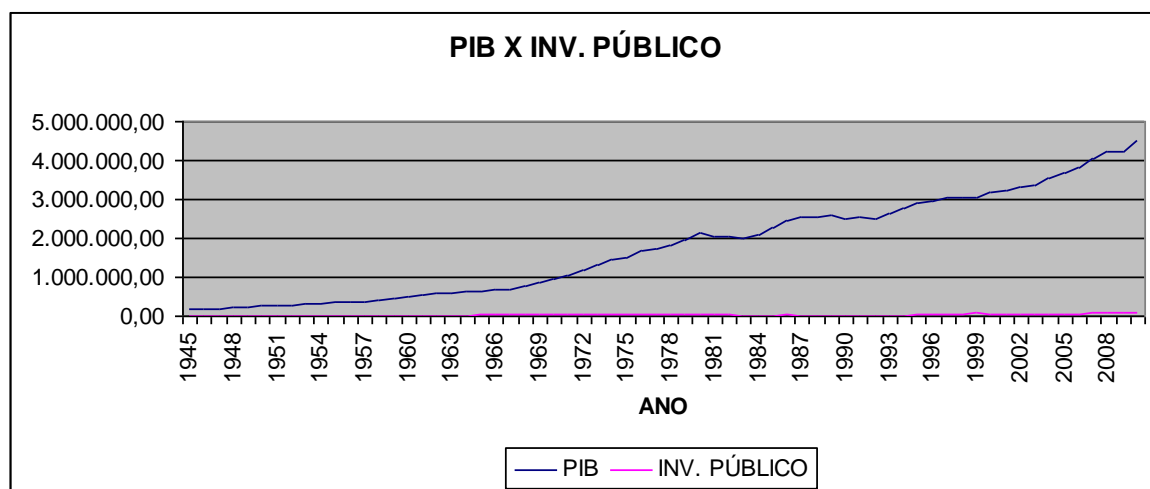
Fonte: Elaboração Própria

Gráfico 6 – Relação entre PIB e Investimento Privado



Fonte: Elaboração Própria

Gráfico 7 – Relação entre PIB e Investimento Público



Fonte: Elaboração Própria



## APÊNDICE B

### Teste de Johansen

Os testes propostos por Johansen tem por objetivo verificar o número de vetores de cointegração compartilhado pelas variáveis selecionadas nesse estudo.

Utilizando o procedimento proposto por Johansen obtêm-se testes capazes de determinar a quantidade existente de vetores de cointegração e como pode ser estimado. Para que possa ser determinado o espaço de cointegração utiliza-se dois testes de razão de verossimilhança, que são o teste do Traço e o teste do Máximo Valor.

O teste do Traço tem como hipótese nula que o número de vetores de cointegração é  $r \leq p$  (no qual  $p = 1, 2, 3, \dots, n$ ), e sua hipótese alternativa seria  $r = n$ . Já no teste de Máximo Valor a ideia é verificar a significância do maior autovalor, confrontando a hipótese nula de que  $r$  vetores de cointegração são significativos diferente da hipótese alternativa na qual o número de vetores significativos seja  $r+1$ , por exemplo,  $r = 0$  contra  $r = 1$ ,  $r = 1$  contra  $r = 2$  e assim por diante.

Os testes estão apresentados da seguinte forma:

$$\lambda_{\text{trace}} = -T \sum \ln(1 - \hat{\lambda}) \quad P = 1, 2, 3, \dots, n-1$$

$$\lambda_{\text{max}} = -T \ln(1 - \lambda) \quad P = 1, 2, 3, \dots, n-1$$

Pela teoria caso os valores calculados pelos testes do traço e do máximo valor forem superiores aos respectivos valores críticos, rejeita-se a hipótese nula de não cointegração, e por consequência assume como verdadeiro a hipótese alternativa que indica a presença de um ou mais vetores cointegrados.

Pode-se concluir através da tabela abaixo que devemos rejeitar a hipótese de não existência de cointegração entre as séries, ao nível de 5% tanto pelo teste do traço quanto pela estatística apresentada pelo teste do máximo autovalor, indicando

que as séries estudadas são cointegradas. Outra observação no teste de máximo valor é que há apenas um vetor de cointegração, como demonstra o teste linear com intercepto e sem tendência

**TABELA 1 - TESTE DE COINTEGRAÇÃO**  
**TESTE DE COINTEGRAÇÃO DE JOHANSEN**

Tendência de dados:	Nenhum	Nenhum	Linear	Linear	Quadrático
Tipo do Teste	Sem Intercepto	<b>Intercepto</b>	Intercepto	Intercepto	Intercepto
	Sem Tendência	<b>Sem Tendência</b>	Sem Tendência	Tendência	Tendência
Traço	2	<b>1</b>	1	1	1
Máximo valor	1	<b>1</b>	1	1	0

Fonte: Elaboração própria baseado nos resultados das séries