

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS  
ESCOLA DE ECONOMIA DE SÃO PAULO

RAFAEL MOUALLEM ROSA

**IMPLICAÇÕES MACROECONÔMICAS DO BNDES**

São Paulo

2015

RAFAEL MOUALLEM ROSA

## IMPLICAÇÕES MACROECONÔMICAS DO BNDES

Dissertação apresentada à Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas como requisito para obtenção do título de Mestre em Economia

Campo de Conhecimento:  
Macroeconomia

Orientador: Prof. Dr. Vladimir Kuhl  
Teles

São Paulo

2015

Rosa, Rafael Mouallem.

Implicações Macroeconômicas do BNDES / Rafael Mouallem Rosa. -  
2015.

40 f.

Orientador: Vladimir Kühn Teles

Dissertação (mestrado) - Escola de Economia de São Paulo.

1. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (Brasil). 2.  
Equilíbrio econômico - Modelos matemáticos. 3. Política monetária - Modelos  
matemáticos. I. Teles, Vladimir Kühn Teles. II. Dissertação (mestrado) -  
Escola de Economia de São Paulo. III. Título.

CDU 336.714(81)

RAFAEL MOUALLEM ROSA

## IMPLICAÇÕES MACROECONÔMICAS DO BNDES

Dissertação apresentada à Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas como requisito para obtenção do título de Mestre em Economia

Campo de Conhecimento:  
Macroeconomia

Orientador: Prof. Dr. Vladimir Kuhl Teles

**Data de Aprovação:**

\_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_

**Banca examinadora:**

---

Prof. Dr. Vladimir Kuhl Teles (Orientador)  
FGV-EESP

---

Prof. PhD. Luis Fernando Oliveira de Araujo  
FGV-EESP

---

Prof. Dr. Marcelo Rodrigues dos Santos  
Insper

## **RESUMO**

Este trabalho se propõe a estudar as implicações macroeconômicas da existência do BNDES na economia. Construimos aqui um modelo DSGE contemplando as características do BNDES e realizamos exercícios sobre o mesmo. Este é o primeiro trabalho a analisar o impacto de curto prazo do BNDES, sendo essa sua contribuição central. Constatamos aqui que o BNDES atua de forma a amplificar os choques de produtividade sobre a economia e reduz a eficácia da política monetária.

Palavras-Chave: BNDES, DSGE, Política Monetária.

# ABSTRACT

This paper purpose is to study the macroeconomic implications of the existence of BNDES in brazilian economy. We build here a DSGE model that includes the BNDES characteristics and address some questions to it. This is the first paper that analyzes the short run implications of BNDES and this is our bigger contribution. We find here that the BNDES amplifies the productivity shocks on the economy and reduces the monetary policy efficiency.

Keywords: BNDES, DSGE, Monetary Policy.

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> . . . . .	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>BNDES</b> . . . . .	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>MODELO</b> . . . . .	<b>12</b>
<b>3.1</b>	<b>Famílias</b> . . . . .	<b>13</b>
<b>3.2</b>	<b>Firmas</b> . . . . .	<b>14</b>
3.2.1	Firmas Produtoras de Bens Finais . . . . .	14
3.2.2	Firmas Produtoras de Bens Intermediários . . . . .	16
3.2.3	Firma Produtora de Bem de Capital . . . . .	19
<b>3.3</b>	<b>Instituição Financeira</b> . . . . .	<b>21</b>
<b>3.4</b>	<b>BNDES</b> . . . . .	<b>21</b>
<b>3.5</b>	<b>Banco Central</b> . . . . .	<b>21</b>
<b>3.6</b>	<b>Equilíbrio</b> . . . . .	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>PROPRIEDADES DO MODELO</b> . . . . .	<b>23</b>
<b>4.1</b>	<b>Curto Prazo</b> . . . . .	<b>23</b>
4.1.1	Política Monetária . . . . .	23
4.1.2	Choque de Produtividade . . . . .	26
<b>4.2</b>	<b>Longo Prazo</b> . . . . .	<b>28</b>
<b>4.3</b>	<b>BNDES Ativo</b> . . . . .	<b>30</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> . . . . .	<b>32</b>
	<b>Bibliografia</b> . . . . .	<b>33</b>
	<b>Apêndice</b> . . . . .	<b>35</b>
<b>A</b>	<b>Calibração</b> . . . . .	<b>35</b>
<b>B</b>	<b>Estado Estacionário</b> . . . . .	<b>36</b>
<b>C</b>	<b>Modelo Log-Linearizado</b> . . . . .	<b>38</b>
C.1	Famílias . . . . .	38
C.2	Firmas . . . . .	38
C.3	Instituição Financeira/BNDES/Banco Central . . . . .	39
C.4	Market Clearing . . . . .	40

C.5	Choques . . . . .	40
-----	-------------------	----



# 1 Introdução

A motivação para a criação de um banco de desenvolvimento é intimamente ligada ao benefício social de longo prazo advindo da possibilidade de ofertar liquidez de forma a completar o mercado de crédito. Contudo, as características inerentes a tal agente gera efeitos sobre a economia. Tais efeitos serão estudados aqui e a contribuição central deste trabalho é a análise dos efeitos de curto prazo.

No Brasil, temos a existência do BNDES, um banco de desenvolvimento que prove cerca de 36% do crédito as firmas e o crédito oferecido pelo mesmo é de natureza subsidiada e direcionada.

Como se trata de um aspecto muito particular de algumas economias emergentes, a literatura internacional de modelos DSGE não dedica esforços no tema. Embora a literatura nacional tenha abordado o tema, o fez com foco no longo prazo (como em Antunes, Cavalcanti e Villamil 2014). Não há uma abordagem com o foco no curto prazo, os modelos DSGE mais populares estimados para a economia brasileira como Kanzuc (2014), Vereda e Cavalcanti (2010) e Castro et al. (2011) não contemplam tal particularidade.

Construímos aqui um modelo DSGE novo keynesiano com rigidez de preços e custo de ajustamento, onde o crédito subsidiado e direcionado do BNDES é explicitamente modelado e utilizaremos o modelo para ver como o comportamento da economia como um todo é afetado.

Em particular, olharemos para a resposta da economia a choques de política monetária e produtividade, nossos resultados apontam para uma perda de eficiência da política monetária, uma vez que parte das firmas dependem menos da taxa de juro de mercado, e para um efeito acelerador do ciclo na economia similar a Bernanke, Gertler e Gilchrist (1999).

Realizamos também uma análise de longo prazo, onde observamos que as distorções causadas pela tributação que financia o BNDES e a ineficiência alocativa causada pelo crédito direcionado sobrepõem o benefício do aumento do crédito, o produto de Steady State cai conforme o tamanho do BNDES cresce. Por ultimo, realizamos o exercício de ver o que aconteceria se o BNDES funcionasse com um comportamento anticíclico, reagindo ao hiato do produto. Não encontramos evidência de ganho de bem estar com tal alteração.

Na seção 2 é feita uma breve descrição do BNDES, na seção 3 é apresentado o modelo que serve de base para a seção 4, onde são realizados os exercícios sobre o mesmo, a seção 5 conclui. Os valores da calibração do modelo, as equações de Steady State e o modelo log-linearizado estão no apêndice.

## 2 BNDES

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES tem a característica de ser o provedor do crédito de longo prazo para as empresas nacionais. A racionalização para a existência de um banco nacional de desenvolvimento vem do fato de que em países que não possuem mercados de capitais plenamente desenvolvidos, projetos com maturações mais longas e de elevados retornos sociais (como projetos de infraestrutura) podem não conseguir recursos para serem realizados e um banco nacional de desenvolvimento poderia ser criado para preencher tal lacuna. (Almeida et al. 2014)

Para poder operar, o BNDES se financia basicamente com recursos oriundos do PIS/PASEP (Programa de Integração Social e Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público), que são contribuições sociais de natureza tributária; do Fundo de Amparo ao Trabalhador - FAT, um fundo cujos recursos são destinados a financiar o seguro-desemprego, o abono salarial e o BNDES; e do Tesouro Nacional.

Tal estrutura de capital possibilita ao BNDES ofertar crédito a taxas muito abaixo do setor privado e da SELIC. O custo básico dos financiamentos concedidos pelo BNDES é dado pela Taxa de Juros de Longo Prazo - TJLP. O que nos dá a natureza subsidiada do crédito do BNDES, uma vez que a poupança que os trabalhadores são forçados a realizar com contribuições ao PIS/PASEP é remunerada com uma taxa abaixo das taxas de mercado (A TJLP hoje está em 5,5% a.a. e a Taxa DI está em 11,74% a.a.) No caso dos recursos oriundos do Tesouro Nacional, o subsídio pode ser entendido como a diferença entre o custo de financiamento da união (Dado pela taxa SELIC, hoje em 12,15% a.a. ) e a TJLP, subsídio esse que é pago pela sociedade de uma forma geral.

Bancos privados tem dificuldade com a obtenção de recursos adequados para financiar a oferta de crédito de longo prazo e dificilmente conseguiriam taxas que os credenciaria a competir com as taxas praticadas pelo BNDES. O que suscita uma discussão sobre a direção da causalidade da existência do BNDES como provedor de crédito de longo prazo e a inexistência de entidades privadas provedoras de crédito de longo prazo. Essa questão não será tratada aqui. (Arnold 2011)

O BNDES historicamente sempre foi responsável pela oferta de grande parte do crédito na economia brasileira. Contudo, em 2009 o Tesouro Nacional realizou um aporte de 100 milhões de reais no BNDES com o intuito de promover uma política anticíclica frente a crise externa, levando a um aumento do passivo do BNDES atrelado a recursos do Tesouro e a um aumento da participação do BNDES na oferta total de crédito na economia brasileira. (Pereira e Simões 2010)

Hoje no Brasil temos que, 50 por cento das operações de crédito contratadas pelas empresas se dão com taxas de juros livremente pactuadas entre as partes e os outros 50 por cento, correspondem a operações de créditos nas quais as taxas sofrem algum tipo de regulação. Dentre o total de crédito fornecido a taxas reguladas, cerca de 72 por cento é oferecido com recursos oriundos do BNDES. O que ilustra a grande relevância do BNDES no crédito ofertado as empresas no país. (Fonte: BCB)

O sistema de alocação de recursos do BNDES não respeita nenhum princípio de mercado, sendo fruto da política industrial escolhida pelas autoridades públicas o que nos dá a natureza direcionada do crédito do BNDES.

O fato da natureza do crédito fornecido pelo BNDES ser de longo prazo é abstraída do modelo. Os aspectos do BNDES presente no modelo são a natureza subsidiada e direcionada do crédito do banco.

Considerando o aspecto do crédito subsidiado, o BNDES aumenta o crédito disponível na economia, porém o BNDES financia seu subsídio via tributos sobre a renda do trabalho, o que distorce as decisões de consumo e trabalho das famílias. Sob o aspecto do crédito direcionado, o BNDES altera a alocação da economia e gera efeitos sobre a produtividade.

## 3 Modelo

### Overview

O modelo desenvolvido inclui o BNDES em um modelo DSGE padrão onde o crédito é modelado com uma restrição de Working Capital assim como em Cristiano, Eichenbaum e Evans (2005). A restrição impõe que as firmas devem tomar emprestado para financiar seus gastos com a contratação de trabalho.

As Famílias ofertam trabalho para as firmas intermediárias e recebem como contra partida uma renda a ser gasta em consumo ou títulos. Sobre a renda do trabalho das famílias incide um imposto que tem por finalidade financiar as operações realizadas pelo BNDES e os títulos adquiridos pelas famílias financiam as operações da instituição financeira.

No modelo temos dois tipos de firmas intermediárias, ambas contratam trabalho e alugam capital. O que diferencia as firmas é a forma de financiar seus gastos na contratação de trabalho, sendo que um tipo financia parte dos seus gastos com recursos oriundos do BNDES e parte com recursos da instituição financeira e a outra apenas consegue se financiar com recursos da instituição financeira. O aluguel de capital é realizado junto a firma produtora de capital, que tem por finalidade realizar a acumulação de capital da economia.

O bem final da economia é composto por uma agregação dos bens dos dois tipos de firmas, este bem é utilizado para consumo das famílias ou como investimento pelas firmas produtoras de bens de capital.

O Banco Central, pode influenciar a taxa de juro da instituição financeira e o faz de forma a respeitar uma regra de Taylor.

O BNDES afeta a economia por meio de três canais:

- i. Aumenta a oferta de crédito;
- ii. Aumenta a distorção via tributação para seu financiamento;
- iii. Gera ineficiência alocativa ao direcionar o crédito a um grupo específico de firmas.

### 3.1 Famílias

Assumimos uma família representativa que vive infinitos períodos e que resolve o seguinte problema:

$$\max E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U_t(C_t, L_t) \quad (3.1)$$

S.a.

$$C_t P_t + N_{t+1} = W_t L_t (1 - \tau) + R_{t-1}^n N_t + \Theta_t \quad (3.2)$$

onde:

$$U_t(C_t, L_t) = \zeta_t^C \left[ \frac{C_t^{1-\eta}}{1-\eta} - \zeta_t^L \frac{L_t^{1+\omega}}{1+\omega} \right]$$

$C_t$  denota o consumo da família,  $L_t$  a quantidade de trabalho,  $W_t$  o salário nominal,  $\tau$  é a alíquota de imposto incidente sobre a renda do trabalho e  $\Theta_t$  os lucros recebidos pelas famílias.

$N_{t+1}$  denota a quantidade do título adquirido pela família em  $t$  e  $R_{t-1}^n$  a taxa de juro nominal sobre o título adquirido em  $t$ .

Os parâmetros  $\eta$  e  $\omega$ , denotam respectivamente o coeficiente de aversão ao risco relativo e o inverso da elasticidade da oferta de trabalho de Frisch.

$\zeta_t^C$  e  $\zeta_t^L$  representam respectivamente choques na preferência intertemporal e na desutilidade do trabalho, dados respectivamente por:

$$\log \zeta_t^C = (1 - \rho^C) \log \zeta_{ss}^C + \rho^C \log \zeta_{t-1}^C + \epsilon_t^C \quad (3.3)$$

$$\log \zeta_t^L = (1 - \rho^L) \log \zeta_{ss}^L + \rho^L \log \zeta_{t-1}^L + \epsilon_t^L \quad (3.4)$$

Onde,  $\epsilon_t^C \rightarrow N(0, \sigma^C)$  e  $\epsilon_t^L \rightarrow N(0, \sigma^L)$ .

Da solução do problema das famílias, temos as seguintes condições de otimalidade:

$$\zeta_t^L C_t^\eta L_t^\omega = \frac{W_t(1 - \tau)}{P_t} \quad (3.5)$$

$$\zeta_t^C \frac{C_t^{-\eta}}{P_t} = \beta E_t \left[ \zeta_{t+1}^C \frac{C_{t+1}^{-\eta}}{P_{t+1}} \right] R_t^n \quad (3.6)$$

A primeira equação nos dá uma condição de escolha intra temporal, a família iguala o custo marginal de trabalhar ao seu benefício marginal.

A segunda equação nos dá uma condição de escolha intertemporal, a família iguala o custo de utilidade de postergar consumo adquirindo um título a seu benefício marginal.

## 3.2 Firms

No modelo, temos três classes de firmas.

- Firms Produtoras de Bens Finais
- Firms Produtoras de Bens Intermediários
- Firma Produtora do Bem de Capital

As firmas intermediárias se subdividem em dois tipos (tipo 1 e 2) ambas distribuídas em um contínuo de medida 1.

As firmas produtoras de bens finais são responsáveis pela agregação intra-tipos e inter-tipos de bens.

A firma produtora do bem de capital, produz o capital que é utilizado como insumo pelas firmas intermediárias.

### 3.2.1 Firms Produtoras de Bens Finais

O produto final da economia é produzido por uma firma competitiva usando os produtos finais do tipo 1 e 2 de acordo com a tecnologia:

$$Y_t = \left[ (1 - \varrho)^{\frac{1}{\phi}} Y_{1,t}^{\frac{\phi-1}{\phi}} + \varrho^{\frac{1}{\phi}} Y_{2,t}^{\frac{\phi-1}{\phi}} \right]^{\frac{\phi}{\phi-1}} \quad (3.7)$$

Onde  $Y_t$ ,  $Y_{1,t}$  e  $Y_{2,t}$  denotam respectivamente o bem final, o bem final do tipo 1 e o bem final do tipo 2.

O parâmetro  $\phi$  mede o grau de substituição entre os bens. E  $\varrho$  pode ser interpretado como uma possível “medida de viés” para um dos tipos de bens.

Temos que a alocação ótima deve respeitar:

$$\frac{Y_{1,t}}{Y_{2,t}} = \left( \frac{1 - \varrho}{\varrho} \right) \left( \frac{P_{1,t}}{P_{2,t}} \right)^{-\phi} \quad (3.8)$$

Com a seguinte relação entre os preços:

$$P_t \equiv [(1 - \varrho)(P_1, t)^{1-\phi} + \varrho(P_2, t)^{1-\phi}]^{\frac{1}{1-\phi}} \quad (3.9)$$

Por sua vez, o bem final do tipo 1 e 2 é produzido por uma firma competitiva que combina o contínuo de produto das firmas intermediárias do tipo 1 e 2 de acordo com a seguinte tecnologia:

$$Y_{x,t} = \left( \int_0^1 Y_{x,t}(j)^{\frac{\varphi-1}{\varphi}} dj \right)^{\frac{\varphi}{\varphi-1}} ; x \in \{1, 2\} \quad (3.10)$$

Onde  $Y_{x,t}(j)$  representa o produto da  $j$ -ésima firma do contínuo e  $\varphi$  denota o a elasticidade de substituição entre os produtos das firmas intermediárias dentro de seu respectivo contínuo.

A maximização do lucro da firma produtora do bem final do tipo 1 e 2 gera as respectivas curvas de demanda pelos bens das firmas intermediárias do tipo 1 e 2.

$$Y_{x,t}(j) = Y_{x,t} \left( \frac{P_{x,t}}{P_{x,t}(j)} \right)^{\varphi} ; x \in \{1, 2\} \quad (3.11)$$

Temos também a seguinte relação entre o preço das firmas intermediárias e o preço do bem final do tipo 1 e 2.

$$P_{x,t} = \left( \int_0^1 P_{x,t}(j)^{\frac{\varphi-1}{\varphi}} dj \right)^{\frac{\varphi}{\varphi-1}} \quad (3.12)$$

### 3.2.2 Firms Produtoras de Bens Intermediários

No modelo assumimos que as firmas devem emprestar recursos para financiar seus gastos com o trabalho contratado. Os dois tipos de firmas intermediárias, se distinguem apenas quanto ao acesso ao crédito. As firmas do tipo 2 financiam a totalidade de seus gastos com a contratação de trabalho com recursos emprestados junto a instituição financeira enquanto as firmas do tipo 1 financiam uma parcela  $(1 - \nu)$  de seus gastos com recursos tomados junto a instituição financeira e uma parcela  $\nu$  com recursos tomados junto ao BNDES.

Como os problemas das firmas do tipo 1 e 2 são praticamente os mesmos, e exposição se concentrará apenas nas firmas do tipo 1.

As firmas do tipo 1 escolhem sua demanda por capital e trabalho resolvendo o seguinte problema:

$$\min_{L_{1,t}(j), K_{1,t}(j)} (1 - \nu)R_t^f W_t L_{1,t}(j) + \nu R_t^{fd} W_t L_{1,t}(j) + R_t K_{1,t}(j) \quad (3.13)$$

S.a.

$$Y_{1,t}(j) = A_{1,t} K_{1,t}(j)^\alpha L_{1,t}(j)^{1-\alpha} \quad (3.14)$$

Onde  $R_t^f$  e  $R_t^{fd}$  representam as taxas de juro cobradas pela instituição financeira e o BNDES respectivamente.  $R_t$  denota a taxa de aluguel do capital.  $K_{1,t}(j)$  e  $L_{1,t}(j)$  representam a quantidade de capital e trabalho utilizados pela  $j$ -ésima firma.

A restrição do problema, é a função de produção da firma. O parâmetro  $\alpha$  representa a participação do capital no produto e  $A_{1,t}$  é um choque de produtividade dado por:

$$\log A_{1,t} = (1 - \rho^{A,1}) \log A_{1,ss} + \rho^{A,1} \log A_{1,t-1} + \epsilon_t^A \quad (3.15)$$



Onde,  $\epsilon_t^A \rightarrow N(0, \sigma^A)$ .

O choque de produtividade das firmas do tipo 2 é dado por:

$$\log A_{2,t} = (1 - \rho^{A,2}) \log A_{2,ss} + \rho^{A,2} \log A_{2,t-1} + \epsilon_t^A \quad (3.16)$$

Onde,  $\epsilon_t^A \rightarrow N(0, \sigma^A)$ .

Note que aqui estamos assumindo que ambas as firmas estão sujeitas ao mesmo choque de produtividade  $\epsilon_t^A$ .

Condições de otimalidade do problema:

$$(1 - \nu)R_t^f W_t + \nu R_t^{fd} W_t = (1 - \alpha) \frac{Y_{1,t}(j)}{L_{1,t}(j)} \mu_{1,t} \quad (3.17)$$

$$R_t = \alpha \frac{Y_{1,t}(j)}{K_{1,t}(j)} \mu_{1,t} \quad (3.18)$$

Onde  $\mu_{1,t}$  é o multiplicador associado a restrição do problema e representa o custo marginal nominal.  $\mu_{1,t}$  é dado por:

$$\mu_{1,t} = \frac{1}{A_{1,t}} \left( \frac{1}{1 - \alpha} \right)^{1-\alpha} \left( \frac{1}{\alpha} \right)^\alpha R_t^\alpha [(1 - \nu)R_t^f W_t + \nu R_t^{fd} W_t]^{1-\alpha} \quad (3.19)$$

Note que a forma na qual o BNDES é incluído no modelo afeta na margem as decisões de contratação de trabalho por parte das firmas uma vez que toda unidade adicional de trabalho contratada é financiada parte com recursos do BNDES, parte com recursos da instituição financeira.

Tal forma de modelar o BNDES não é puramente ad hoc, no mundo real existe um limite para a participação do BNDES nos projetos a serem financiados, geralmente em torno de 80%. (Ottaviano e Sousa 2014)

A empresa escolhe seu preço maximizando o lucro sujeito a sua curva de demanda. Na ausência de rigidez de preços, podemos escrever o problema como:

$$\max_{P_{1,t}(j)} P_{1,t}(j)Y_{1,t}(j) - \mu_{1,t}Y_{1,t}(j) \quad (3.20)$$

S.a.

$$Y_{1,t}(j) = Y_{1,t} \left( \frac{P_{1,t}}{P_{1,t}(j)} \right)^\varphi \quad (3.21)$$

Resolvendo o problema, temos o preço como um markup sobre o custo marginal

$$P_{1,t}(j) = \left( \frac{\varphi}{\varphi - 1} \right) \mu_{1,t} \quad (3.22)$$

Contudo, no modelo, assumimos uma rigidez de preço a la Calvo, onde com probabilidade  $(1 - \theta)$  a firma intermediária pode escolher otimamente seu preço e com probabilidade  $\theta$  a firma intermediária mantém seu preço inalterado.

A firma intermediária que pode escolher seu preço, agora o faz levando em conta que ela pode não poder trocar seu preço por vários períodos. Na presença de rigidez de preços, a firma agora escolhe seu preço resolvendo:

$$\max_{P_{1,t}^*(j)} E_t \sum_{i=0}^{\infty} \theta^i \Xi_{t,t+i} \left[ P_{1,t}^*(j)Y_{1,t+i}(j) - \mu_{1,t+i}Y_{1,t+i}(j) \right] \quad (3.23)$$

S.a. sua curva de demanda.

Onde  $\Xi_{t,t+i} = \beta^i \left( \frac{C_t}{C_{t+i}} \right)^\eta \frac{P_t}{P_{t+i}}$  denota o fator estocástico de desconto. É natural que lucros em diferentes datas seja ponderados por  $\Xi_{t,t+i}$  uma vez que em ultima instância as famílias são as donas das firmas intermediárias.

Da equação que nos dá o preço do bem final, temos que:

$$P_{1,t} = \left[ \theta P_{1,t-1}(j)^{1-\varphi} + (1-\theta)P_{1,t}^*(j)^{1-\varphi} \right]^{\frac{1}{1-\varphi}} \quad (3.24)$$

Uma vez que uma proporção  $\theta$  das firmas não irão reajustar o preço e uma proporção  $(1-\theta)$  das firmas serão capazes de reajustarem seus preços. Como todas as firmas capazes de realizar o ajuste se deparam com a mesma curva de demanda, todas elas escolherão o mesmo preço.

### 3.2.3 Firma Produtora de Bem de Capital

No modelo, apenas uma firma é responsável pela acumulação de bens de capital. O bem final da economia é transformado em bem de investimento com o intuito de aumentar o estoque de capital da economia. A firma escolhe as trajetórias de  $U_t, K_t$  e  $I_t$  de forma a resolver o problema:

$$\max_{U_t, K_t, I_t} = E_t \sum_{t=0}^{\infty} \Xi_{0,t} (R_t U_t K_{t-1} - P_t \psi(U_t) K_{t-1} - P_t I_t) \quad (3.25)$$

S.a.

$$K_t = (1-\delta)K_{t-1} + I_t \left[ 1 - S \left( \frac{I_t}{I_{t-1}} \right) \right] \quad (3.26)$$

A função objetivo corresponde ao valor presente do fluxo de lucros da firma. Novamente, pelo mesmo argumento anterior, esses lucros são ponderados pelo fator estocástico de desconto.  $U_t$  denota a taxa de utilização do estoque de capital e  $\psi(U_t)$  é uma função que representa o custo associado a escolha de  $U_t$ . Uma implicação da variável  $U_t$  é que ela reduz o impacto de variações no produto sobre  $R_t$  e, conseqüentemente, suaviza a resposta do custo marginal frente a tais variações.

A restrição do problema representa a evolução do estoque de capital.  $\delta$  denota a taxa de depreciação do capital. Temos que o capital do período  $t$  é igual ao que sobrou do período anterior, levando-se em conta a depreciação, adicionado do investimento realizado no período. O investimento por sua vez está sujeito a um custo de ajustamento.

Assumimos as seguintes formas funcionais:

$$\psi(U_t) = \psi_1(U_t - 1) + \frac{\psi_2}{2}(U_t - 1)^2; \psi_1, \psi_2 > 0 \quad (3.27)$$

$$S\left(\frac{I_t}{I_{t-1}}\right) = \frac{\chi}{2}\left(\frac{I_t}{I_{t-1}} - 1\right)^2 \quad (3.28)$$

Resolvendo o problema, temos:

I

$$\frac{R_t}{P_t} = \psi_1 + \psi_2(U_t - 1) \quad (3.29)$$

II

$$Q_t = E_t \Xi_{t,t+1} \left\{ Q_{t+1}(1 - \delta) - R_{t+1}U_{t+1} + P_{t+1} \left[ \psi_1(U_{t+1} - 1) + \frac{\psi_2}{2}(U_{t+1} - 1)^2 \right] \right\} \quad (3.30)$$

III

$$P_t + Q_t \left[ 1 - \frac{\chi}{2} \left( \frac{I_t}{I_{t-1}} - 1 \right)^2 + \chi \left( \frac{I_t}{I_{t-1}} \right) \left( \frac{I_t}{I_{t-1}} - 1 \right) \right] = E_t \Xi_{t,t+1} Q_{t+1} I_{t+1}^2 \chi \left( \frac{I_{t+1}}{I_t} - 1 \right) \quad (3.31)$$

A primeira equação nos dá a condição de que a firma escolhe  $U_t$  de forma a igualar seu custo e benefício marginal.  $Q_t$  representa o multiplicador associado a restrição e representa o valor do estoque de capital, a segunda equação mostra que esse valor depende da expectativa do valor futuro levando-se em conta a depreciação e o retorno futuro esperado.

### 3.3 Instituição Financeira

A instituição financeira capta os recursos junto as famílias e os empresta as firmas intermediárias para financiarem seus gastos com a contratação de trabalho. A instituição financeira é caracterizada pela seguinte equação:

$$R_t^f [W_t(L_{1,t}(1 - \nu) + L_{2,t})] = R_t^n N_t \quad (3.32)$$

A instituição financeira consiste em uma condição de lucro zero. A equação acima nos dá que o total de recursos emprestado pela instituição financeira multiplicado pela taxa de juro cobrada do empréstimo é igual a quantidade de recursos captada pela instituição multiplicada pela taxa de juros paga sobre os recursos.

### 3.4 BNDES

Os BNDES é caracterizado pela seguinte equação:

$$(R_t^f - R_t^{fd})\nu W_t L_{1,t} = \tau W_t L_t \quad (3.33)$$

Temos o subsídio do BNDES como a diferença entre a taxa de juro de mercado, e a taxa de juro do BNDES. A equação acima nos dá a condição de que o valor do subsídio do BNDES é igual aos seus recursos.

$\nu$  e  $\tau$  são valores fixos,  $R^{fd}$  é uma variável endógena, i.e., a taxa de juro do BNDES é determinada pela quantidade de recursos disponíveis para o BNDES e a quantidade de crédito a ser ofertado.

### 3.5 Banco Central

Assumimos no modelo que o Banco Central segue uma Regra de Taylor simples, onde a taxa de juro responde a desvios do produto com seu valor de Steady State, e as inflações dos bens das firmas do tipo 1 e 2.

$$R_t^f = a(Y_t - Y_{ss}) + b_1(\Pi_{1,t+1} - \Pi_{1,ss}) + b_2(\Pi_{2,t+1} - \Pi_{2,ss}) + R_{ss}^f \zeta_t^m \quad (3.34)$$

Onde  $a$ ,  $b_1$  e  $b_2$  são os parâmetros da reação do banco central e  $\zeta_t^m$  representa o choque de política monetária dado por:

$$\log \zeta_t^m = (1 - \rho^m) \log \zeta_{ss}^m + \rho^m \log \zeta_{t-1}^m + \epsilon_t^m \quad (3.35)$$

Onde,  $\epsilon_t^m \rightarrow N(0, \sigma^m)$ .

### 3.6 Equilíbrio

O modelo consiste na dinâmica das variáveis endógenas tal que as restrições e condições de otimalidade do modelo são respeitadas conjuntamente com as seguintes condições de equilíbrio dos mercados:

$$Y_t = C_t + I_t \quad (3.36)$$

$$L_t = L_{1,t} + L_{2,t} \quad (3.37)$$

$$K_t = K_{1,t} + K_{2,t} \quad (3.38)$$

A primeira equação afirma que o bem final produzido na economia é ou consumido ou investido.

As equações seguintes exigem que o trabalho ofertado pelas famílias e capital ofertado pela firma produtora de bem de capital é igual ao total de trabalho e capital utilizado pelas firmas intermediárias, respectivamente.

As equações de Steady State e o modelo log-linearizado estão disponíveis no apêndice.

## 4 Propriedades do Modelo

Uma vez construído o modelo, podemos realizar exercícios sobre o mesmo com o intuito de observar como a economia mimetizada se comporta com a introdução explícita do canal do crédito subsidiado e direcionado.

A contribuição central do trabalho são as implicações de curto prazo do BNDES na economia. Contudo, utilizamos também o modelo para analisar o efeito de longo prazo e o efeito de um BNDES “ativo” com comportamento anticíclico.

Os parâmetros do modelo foram calibrados utilizando-se estimações de outros trabalhos para a economia brasileira. Os valores estão disponíveis no apêndice.

### 4.1 Curto Prazo

No modelo, o parâmetro  $\tau$  nos dá uma medida do “tamanho” do BNDES na economia. O exercício realizado aqui consiste em alterar o valor de  $\tau$  e observar como a economia se comporta frente a choques de política monetária e produtividade.

As Funções Impulso Resposta (FIR) são expressas aqui como desvios percentuais das variáveis com relação aos seus respectivos valores de Steady State.

#### 4.1.1 Política Monetária

A figura 1 nos dá as FIR do produto final da economia -  $Y$ , do produto final das firmas que obtêm recursos do BNDES -  $Y_1$  e das firmas que não obtêm recursos do BNDES -  $Y_2$  frente a um choque de política monetária.

Constatamos que quanto maior o tamanho do BNDES na economia, menor é a resposta do produto a política monetária.

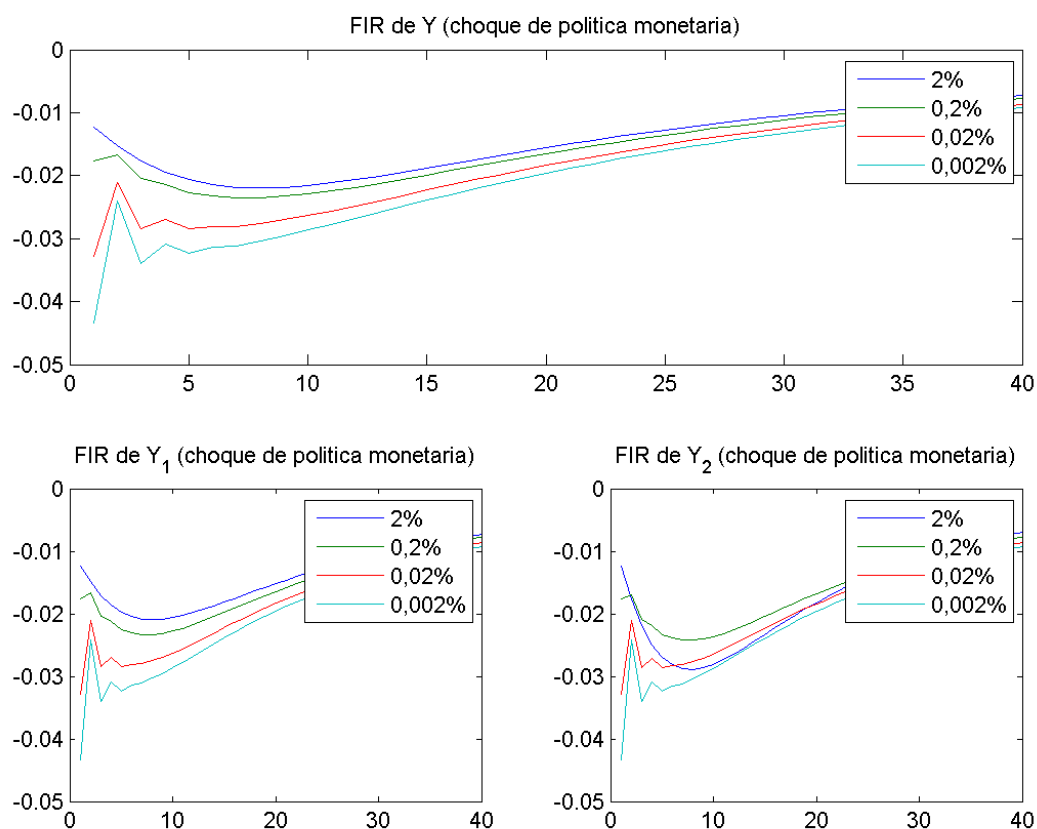


Figura 1 – FIR de  $Y$ ,  $Y_1$  e  $Y_2$  - Choque de política monetária para diferentes valores de  $\tau$

O fato de um tipo de firma ter acesso a empréstimos com uma taxa subsidiada as torna menos sensíveis a política monetária relativamente as outras firmas que dependem tão somente das taxas de juro de mercado. Na figura 2 temos em um mesmo gráfico as FIR de ambas as firmas e podemos ver que as firmas que recebem recursos do BNDES respondem menos a política monetária do que as firmas que não recebem.

Com a diminuição do tamanho do BNDES as firmas ficam virtualmente iguais e consequentemente, tem a mesma resposta à política monetária.



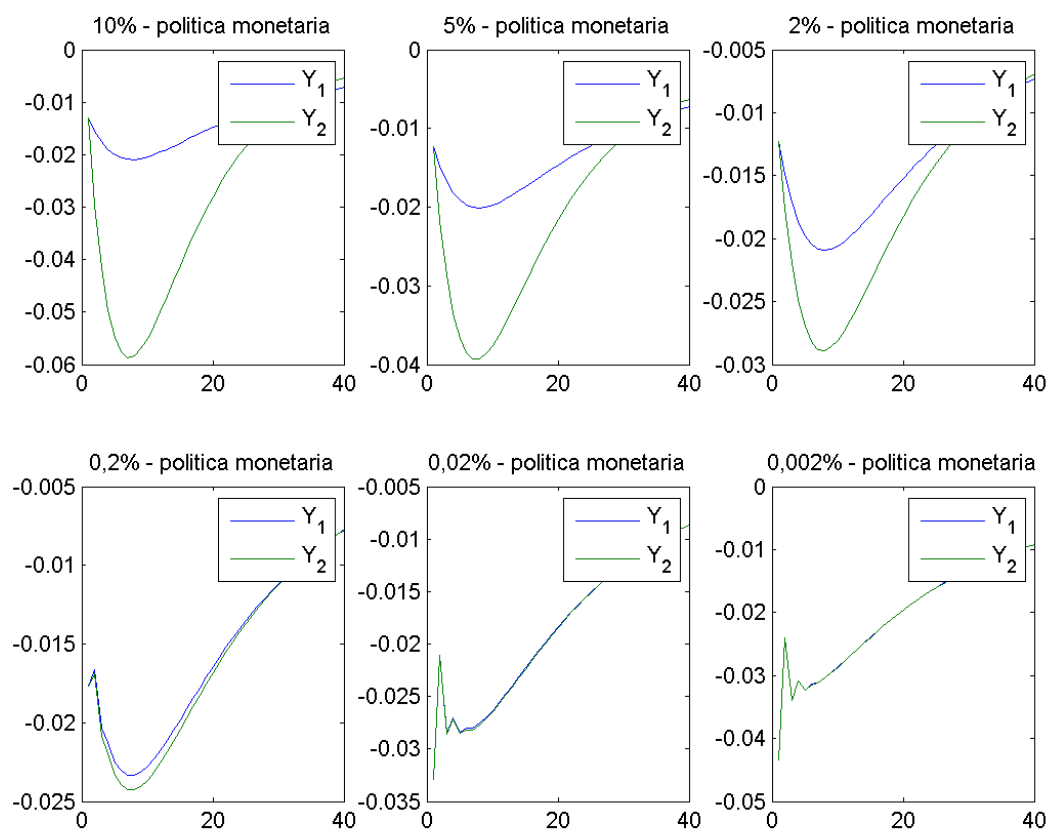


Figura 2 – FIR de  $Y_1$  e  $Y_2$  - Choque de política monetária para diferentes valores de  $\tau$

Na figura 3 temos as FIR das inflações dos bens das firmas do tipo 1 e 2 a um choque de política monetária. Assim como na resposta do produto, observamos que quanto maior o tamanho do BNDES na economia, menor a resposta da inflação a um choque de política monetária.

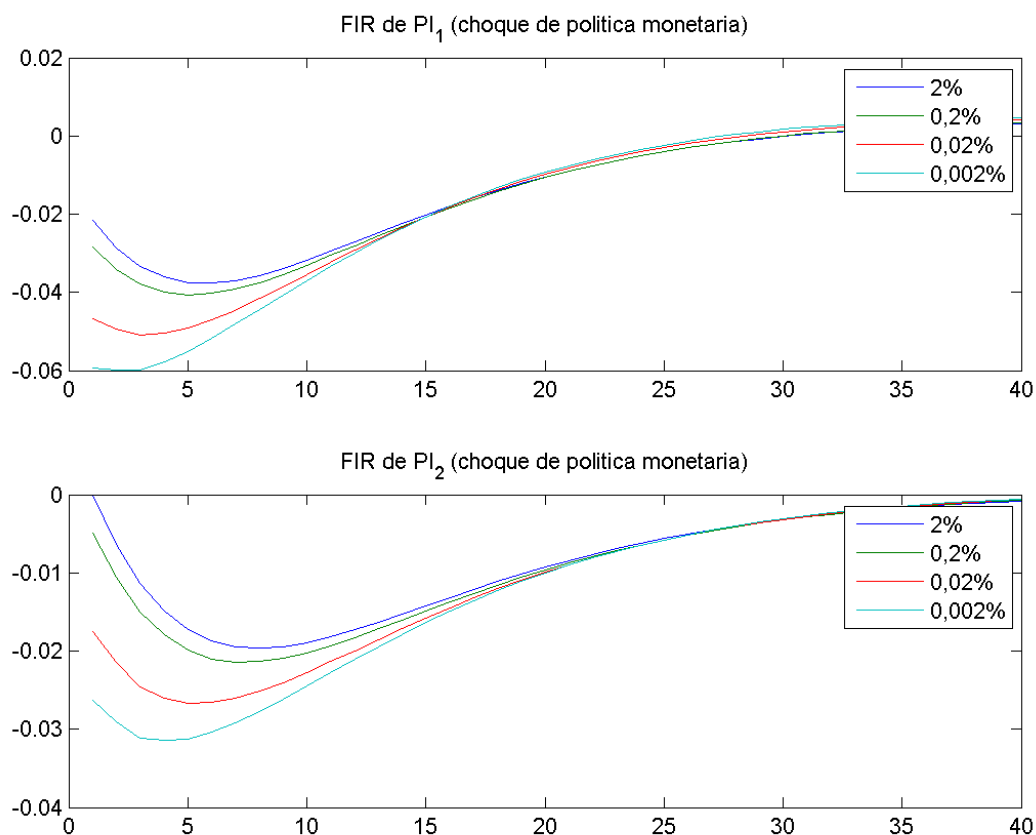


Figura 3 – FIR de  $\Pi_1$  e  $\Pi_2$  - Choque de política monetária para diferentes valores de  $\tau$

Constatamos que quanto maior o tamanho do BNDES na economia, menor é a resposta do produto e a da inflação à política monetária. Ou seja, para se obter um mesmo efeito de política monetária, o Banco central deve atuar de forma mais enérgica.

#### 4.1.2 Choque de Produtividade

A figura 4 nos dá as FIR do produto final da economia -  $Y$ , do produto final das firmas que obtêm recursos do BNDES -  $Y_1$  e das firmas que não obtêm recursos do BNDES -  $Y_2$  frente a um choque de produtividade.

Observamos que quanto maior o tamanho do BNDES na economia, maior é a resposta à choques de produtividade.

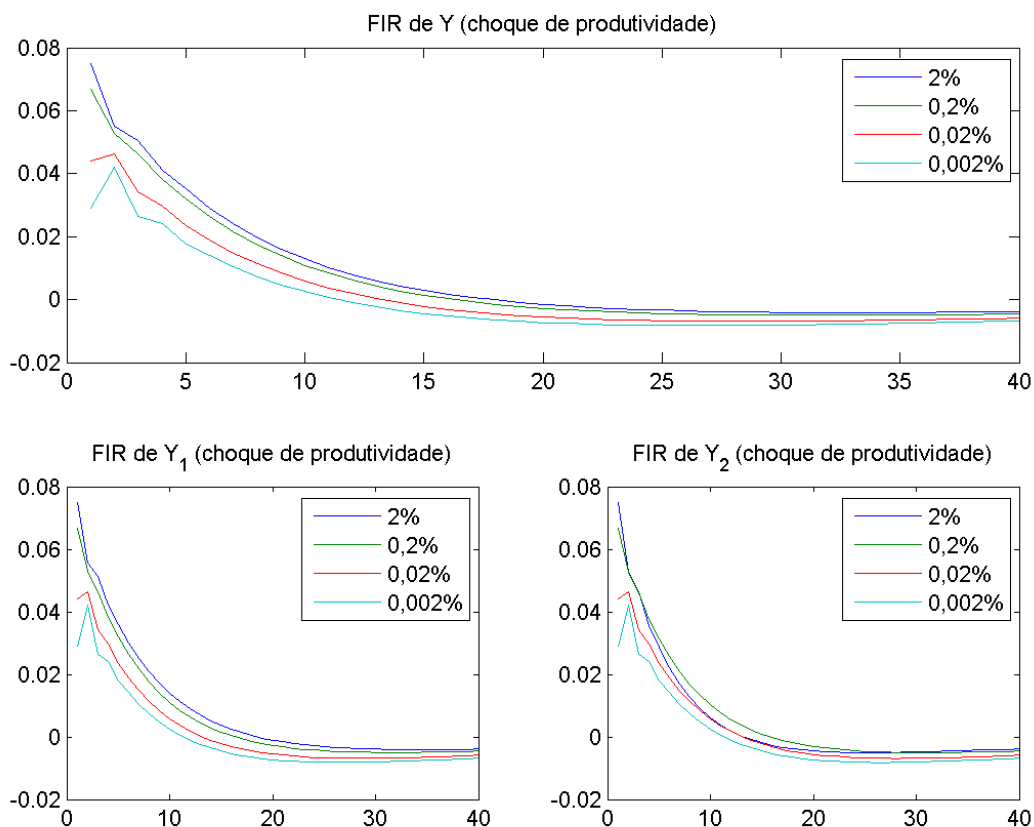


Figura 4 – FIR de  $Y$ ,  $Y_1$  e  $Y_2$  - Choque de produtividade para diferentes valores de  $\tau$

Frente a um choque de produtividade positivo, o salário da economia sobe de tal sorte a aumentar a renda do trabalho das famílias e, conseqüentemente os recursos disponíveis para a operação do BNDES. Este mecanismo faz com que a existência do BNDES atue de forma a amplificar os choques de produtividade na economia.

Na figura 5, mais uma vez realizamos o exercício de comparar em um mesmo gráfico as FIR das firmas. Tendo em vista o mecanismo supracitado, as firmas que recebem recursos do BNDES ficam em melhores condições para a contratação de trabalho o que se reflete em uma maior resposta à um choque de produtividade relativamente as que não recebem.

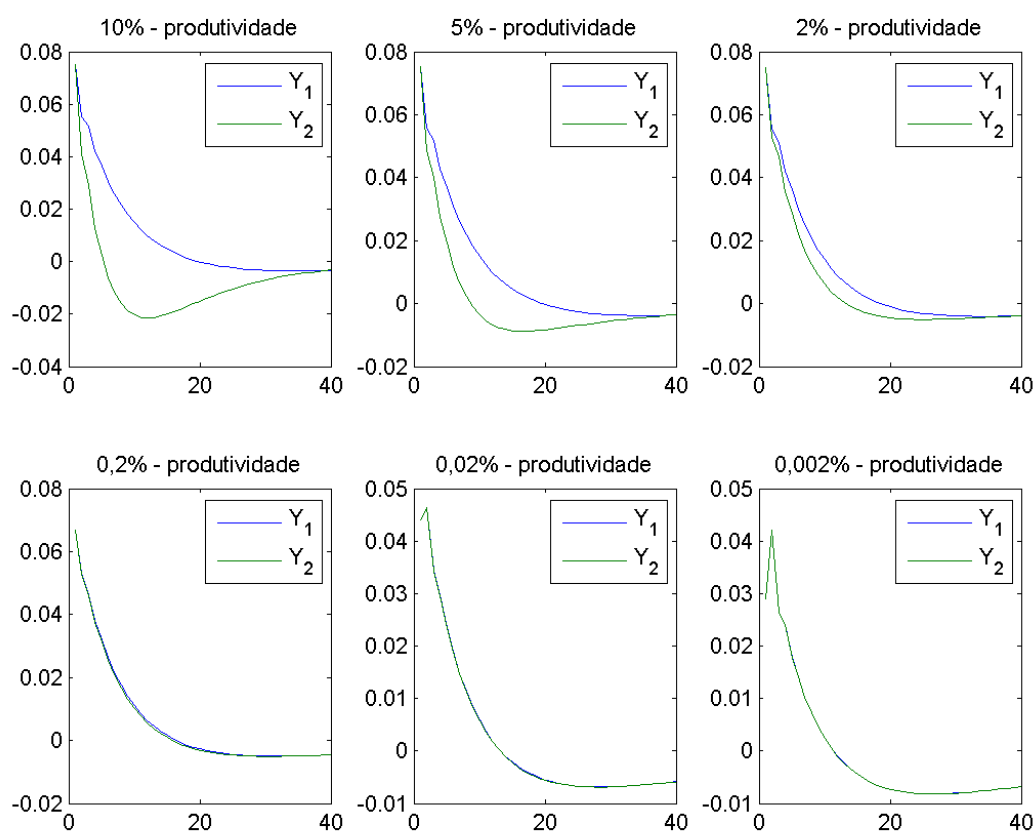


Figura 5 – FIR de  $Y_1$  e  $Y_2$  - Choque de produtividade para diferentes valores de  $\tau$

Em toda análise aqui, há efeito de uma firma sobre a outra, uma vez que as firmas competem nos mercados pelos mesmos insumos e produzem bens substitutos, qualquer choque que beneficie um dos tipos de firmas, acaba por prejudicar o outro.

## 4.2 Longo Prazo

O exercício aqui consiste em variar o valor de  $\tau$  de 0.002 a 0.1 e computar o valor de Steady State das variáveis do modelo.

Observamos pela primeira linha da figura 6 que os valores de Steady State do capital, trabalho e produto das firmas do tipo 1 cresce conjuntamente com o tamanho do BNDES. A segunda linha da figura 6 nos mostra que para as firmas do tipo 2, os valores de Steady State do capital, trabalho e produto decrescem com o tamanho do BNDES.

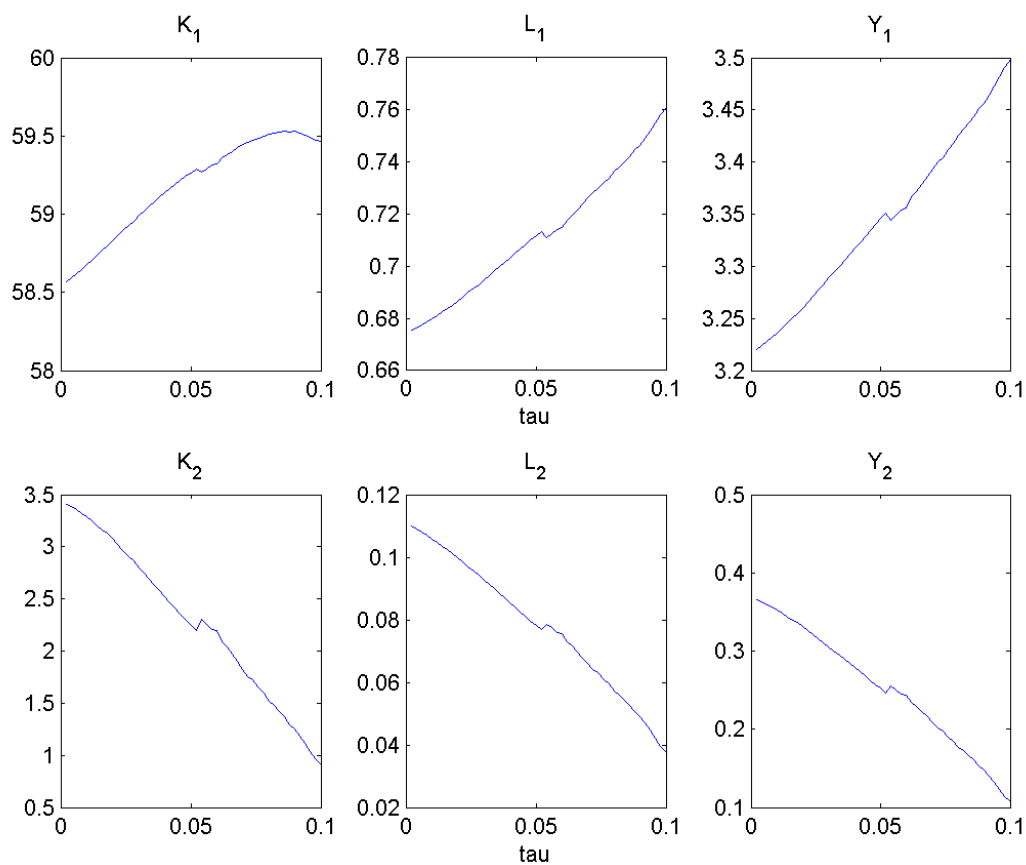


Figura 6 – Valores de Steady State de  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $Y_1$  e  $Y_2$  para diferentes valores de  $\tau$

Na figura 7 temos o efeito final sobre a economia. Enquanto o trabalho cresce com o tamanho do BNDES, o capital e produto da economia decrescem com o tamanho do BNDES, essa queda também é acompanhada por uma queda no consumo e investimento.

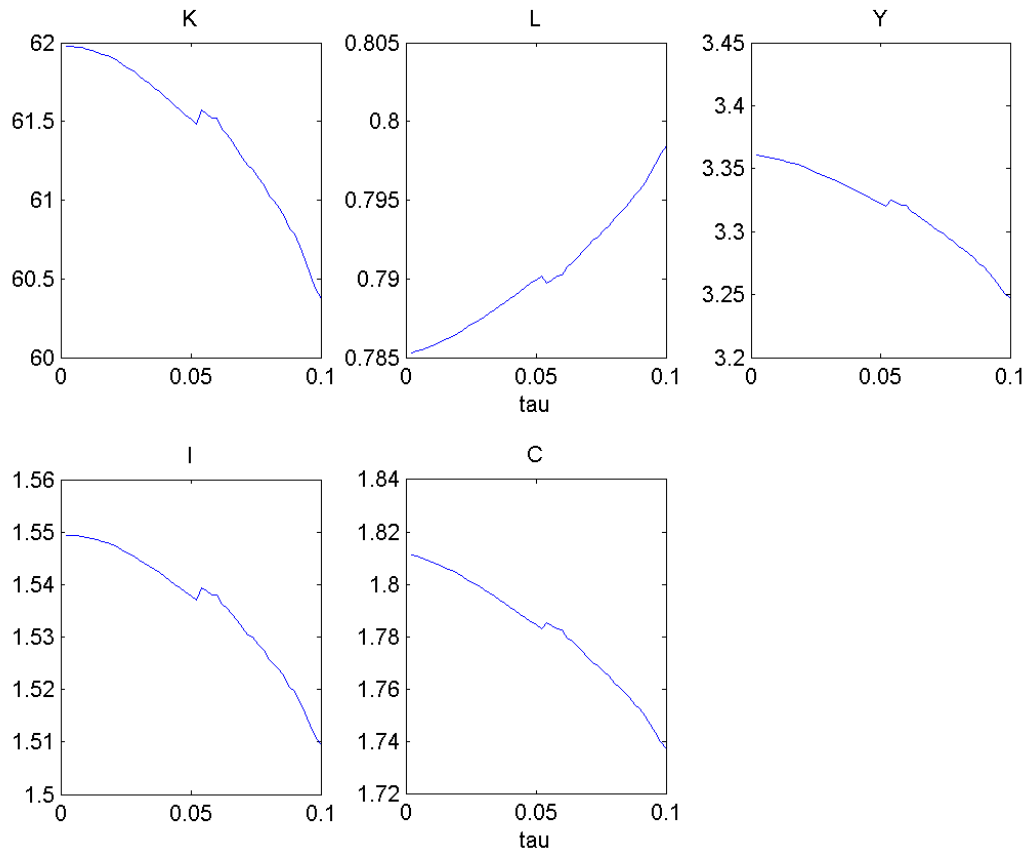


Figura 7 – Valores de Steady State de  $K$ ,  $L$ ,  $Y$ ,  $I$  e  $C$  para diferentes valores de  $\tau$

### 4.3 BNDES Ativo

O modelo proposto foi desenvolvido considerando  $\tau$ , que nos dá uma ideia do tamanho do BNDES na economia, como um parâmetro fixo. Contudo, podemos endogeneizar  $\tau$  de tal sorte a que o mesmo responda a desvios do produto com o produto de Steady State. i.e.,

$$\frac{\tau_t}{\tau_{ss}} = \left( \frac{\tau_{t-1}}{\tau_{ss}} \right)^\gamma \left( \frac{Y_{t-1}}{Y_{ss}} \right)^{(\gamma-1)} \zeta_t^\tau \quad (4.1)$$

$\zeta_t^\tau$  representa respectivamente choques na alíquota de imposto dado por:

$$\log \zeta_t^\tau = (1 - \rho^\tau) \log \zeta_{ss}^\tau + \rho^\tau \log \zeta_{t-1}^\tau + \epsilon_t^\tau \quad (4.2)$$

Onde,  $\epsilon_t^\tau \rightarrow N(0, \sigma^\tau)$

A ideia do exercício é ver como se comporta a economia como um BNDES teórico que aumenta a quantidade de crédito na economia quando o produto está abaixo do seu valor de Steady State e diminui quando está acima.

Comparando o modelo onde o BNDES tem um comportamento anticíclico com o modelo onde o BNDES é estático, observamos que o primeiro consegue sim reduzir a volatilidade do produto, porém o comportamento ativo do BNDES gera um aumento na volatilidade do consumo, que é o insumo básico para análises de bem estar.

## 5 Conclusão

Neste trabalho, foi construído um modelo teórico DSGE com o intuito de gerar conhecimento sobre as implicações macroeconômicas que o BNDES pode ter na economia brasileira.

O modelo nos possibilitou formalizar o senso comum de que a política monetária perde eficácia com a presença do BNDES na economia. Adicionalmente, constatamos que o BNDES atua de forma a amplificar os choques de produtividade

Ambos efeitos se relacionam, uma vez que com a introdução do BNDES os ciclos econômicos estão acentuados e o instrumento que o banco central dispõe para responder aos ciclos está enfraquecido.

A análise de longo prazo nos mostrou que o fato do BNDES aumentar o crédito na economia não é suficiente para superar o impacto negativo das distorções causadas pelo mesmo.

Utilizar o BNDES como um instrumento para tentar estabilizar o produto também se mostrou contraprodutivo uma vez que o objetivo é cumprido as custas de uma redução do bem estar da economia.

Vale ressaltar que o trabalho apenas faz afirmações sobre como a economia se comporta com um agente que fornece crédito subsidiado e direcionado, que embora altamente relevantes, são apenas alguns aspectos do BNDES.

Toda análise aqui, não tange o argumento colocado como justificativa central para a existência de um banco de desenvolvimento, e sim, as características que emergem conjuntamente com a criação de tal agente.

As conclusões do presente trabalho são limitadas pelas hipóteses feitas, sendo sua extrapolação para a realidade não direta, contudo acredito que o trabalho contribui para enriquecer a discussão sobre o tema.



# Bibliografia

Almeida, Mansueto, Renato Lima-de-Oliveira, e Ben Ross Schneider. Política Industrial e Empresas Estatais no Brasil: BNDES e Petrobras. No. 2013. 2014.

Antunes, António, Tiago Cavalcanti, e Anne Villamil. "The effects of credit subsidies on development." *Economic Theory* 58.1 (2015): 1-30.

Arnold, Jens. "Raising investment in Brazil." (2011).

Bernanke, Ben S., Mark Gertler, e Simon Gilchrist. "The financial accelerator in a quantitative business cycle framework." *Handbook of macroeconomics* 1 (1999): 1341-1393.

Castro, Marcos R., et al. Samba: Stochastic analytical model with a bayesian approach. No. 239. 2011.

Christiano, Lawrence J., Martin Eichenbaum, e Charles L. Evans. "Nominal rigidities and the dynamic effects of a shock to monetary policy." *Journal of political Economy* 113.1 (2005): 1-45.

Kanczuk, Fabio. "Brazil through the eyes of CHORINHO." (2014).

Ottaviano, Gianmarco IP, e Filipe Lage de Sousa. "Relaxing credit constraints in emerging economies: The impact of public loans on the performance of Brazilian manufacturers." *Centro Studi Luca d'Agliano Development Studies Working Paper* 369 (2014).

Pereira, Thiago Rabelo, e Adriano Nascimento Simões. "O papel do BNDES na alocação de recursos: avaliação do custo fiscal do empréstimo de R \$100 bilhões concedido pela União em 2009." *Revista do BNDES* 33 (2010): 6.

Smets, Frank, e Rafael Wouters. "An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the euro area." *Journal of the European economic association* 1.5 (2003): 1123-1175.

Smets, Frank, e Rafael Wouters. "Shocks and frictions in US business cycles: A Bayesian DSGE approach." *National bank of belgium working paper* 109 (2007).

Vereda, Luciano, e Marco AFH Cavalcanti. Modelo dinâmico estocástico de equilíbrio geral (DSGE) para a economia brasileira: versão 1. No. 1479. Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2010.

# Apêndice

## A Calibração

Como o objetivo do trabalho consiste apenas em observar as propriedades do modelo, analisando os resultados apenas de forma qualitativa, não houve uma maior preocupação com a estimação ou maiores justificativas para os parâmetros utilizados. Escolhemos valores razoáveis para os parâmetros e em linha com os valores utilizados pela literatura. Vereda e Cavalcanti (2010) procederam de forma similar e fundamentam a maioria de nossas escolhas.

Parametro	Valor	Parametro	Valor
$\tau$	-	$a$	0.160
$\varrho$	0.500	$b_1$	2.430
$\nu$	0.400	$b_2$	2.430
$\eta$	2.000	$\psi_1$	0.040
$\omega$	1.500	$\psi_2$	2.000
$\beta$	0.985	$\chi$	2.000
$\phi$	6.000	$\rho^{A,1}$	0.900
$\varphi$	6.000	$\rho^{A,2}$	0.900
$\alpha$	0.350	$\rho^C$	0.900
$\theta$	0.850	$\rho^L$	0.900
$\delta$	0.025	$\rho^m$	0.900

Cabe o comentário para alguns parâmetros.  $\tau$  é nosso parâmetro de política, aqui alterado para simular alterações no tamanho do BNDES. O parâmetro  $\nu$  foi arbitrariamente fixado, computamos o modelo para valores alternativos de  $\nu$  e nenhuma mudança relevante é observada.  $\varrho$  foi escolhido como igual a 0.5, o que corresponde a ausência de viés entre os bens finais dos 2 tipos de firmas. A elasticidade de substituição intra bens das firmas do tipo 1 e 2 ( $\varphi$ ), foi assumida como igual a elasticidade de substituição entre bens finais do tipo 1 e 2 ( $\phi$ ).

## B Estado Estacionário

$$C_{ss}P_{ss} + N_{ss} = W_{ss}L_{ss}(1 - \tau) + R_{ss}^n N_{ss} \quad (\text{B.1})$$

$$C_{ss}^\eta L_{ss}^\omega = \frac{W_{ss}(1 - \tau)}{P_{ss}} \quad (\text{B.2})$$

$$\frac{1}{\beta} = R_{ss}^n \quad (\text{B.3})$$

$$Y_{ss} = [(1 - \varrho)^{\frac{1}{\phi}} Y_{1,ss}^{\frac{\phi-1}{\phi}} + \varrho^{\frac{1}{\phi}} Y_{2,ss}^{\frac{\phi-1}{\phi}}]^{\frac{\phi}{\phi-1}} \quad (\text{B.4})$$

$$\frac{Y_{1,ss}}{Y_{2,ss}} = \left( \frac{1 - \varrho}{\varrho} \right) \left( \frac{P_{1,ss}}{P_{2,ss}} \right)^{-\phi} \quad (\text{B.5})$$

$$P_{ss} \equiv [(1 - \varrho)(P_{1,ss})^{1-\phi} + \varrho(P_{2,ss})^{1-\phi}]^{\frac{1}{1-\phi}} \quad (\text{B.6})$$

$$Y_{1,ss} = K_{1,ss}^\alpha L_{1,ss}^{1-\alpha} \quad (\text{B.7})$$

$$Y_{2,ss} = K_{2,ss}^\alpha L_{2,ss}^{1-\alpha} \quad (\text{B.8})$$

$$\frac{(1 - \nu)R_{ss}^f W_{ss} + \nu R_{ss}^{fd}}{P_{1,ss}} = \left( \frac{\varphi - 1}{\varphi} \right) (1 - \alpha) \frac{Y_{1,ss}}{L_{1,ss}} \quad (\text{B.9})$$

$$\frac{R_{ss}}{P_{1,ss}} = \left( \frac{\varphi - 1}{\varphi} \right) \alpha \frac{Y_{1,ss}}{K_{1,ss}} \quad (\text{B.10})$$

$$R_{ss}^f \frac{W_{ss}}{P_{2,ss}} = \left( \frac{\varphi - 1}{\varphi} \right) (1 - \alpha) \frac{Y_{2,ss}}{L_{2,ss}} \quad (\text{B.11})$$

$$\frac{R_{ss}}{P_{2,ss}} = \left( \frac{\varphi - 1}{\varphi} \right) \alpha \frac{Y_{2,ss}}{K_{2,ss}} \quad (\text{B.12})$$

$$1 = \left( \frac{\varphi - 1}{\varphi} \right) \left( \frac{(1 - \nu)R_{ss}^f W_{ss} + \nu R_{ss}^{fd}}{1 - \alpha} \right) \frac{1}{P_{1,ss}} \left[ \left( \frac{1 - \alpha}{\alpha} \right) \frac{R_{ss}}{(1 - \nu)R_{ss}^f W_{ss} + \nu R_{ss}^{fd}} \right]^\alpha \quad (\text{B.13})$$

$$1 = \left( \frac{\varphi - 1}{\varphi} \right) \left( \frac{R_{ss}^f W_{ss}}{1 - \alpha} \right) \frac{1}{P_{2,ss}} \left[ \left( \frac{1 - \alpha}{\alpha} \right) \frac{R_{ss}}{R_{ss}^f W_{ss}} \right]^\alpha \quad (\text{B.14})$$

$$\Xi_{ss} = \beta \quad (\text{B.15})$$

$$I_{ss} = \delta K_{ss} \quad (\text{B.16})$$

$$\frac{R_{ss}}{P_{ss}} = \psi_1 \quad (\text{B.17})$$

$$\frac{Q_{ss}}{\Xi_{ss}} = Q_{ss}(1 - \delta) - R_{ss} \quad (\text{B.18})$$

$$P_{ss} = -Q_{ss} \quad (\text{B.19})$$

$$N_{ss} = W_{ss}(L_{1,ss}(1 - \nu) + L_{2,ss}) \quad (\text{B.20})$$

$$R_{ss}^n = R_{ss}^f \quad (\text{B.21})$$

$$(R_{ss}^f - R_{ss}^{fd})\nu W_{ss}L_{1,ss} = \tau W_{ss}L_{ss} \quad (\text{B.22})$$

$$Y_{ss} = C_{ss} + I_{ss} \quad (\text{B.23})$$

$$K_{ss} = K_{1,ss} + K_{2,ss} \quad (\text{B.24})$$

$$L_{ss} = L_{1,ss} + L_{2,ss} \quad (\text{B.25})$$

## C Modelo Log-Linearizado

### C.1 Famílias

Restrição Orçamentária

$$C_{ss}P_{C,ss}(\tilde{C}_t + \tilde{P}_t) + N_{ss}\tilde{N}_t = W_{ss}L_{ss}(\tilde{W}_t + \tilde{L}_t) - W_{ss}L_{ss}\tau_{ss}(\tilde{W}_t + \tilde{L}_t + \tilde{\tau}_t) + R_{ss}^n N_{ss}(\tilde{R}_t + \tilde{N}_{t-1}) \quad (C.1)$$

Escolha Intra temporal

$$0 = \zeta_t^L + \eta\tilde{C}_t + \omega\tilde{L}_t - \tilde{W}_t + \tilde{P}_t \quad (C.2)$$

Escolha Intertemporal

$$0 = \zeta_t^C - \zeta_{t+1}^C + \eta(\tilde{C}_{t+1} - \tilde{C}_t) + \tilde{\Pi}_{t+1} - \tilde{R}_{t+1}^n \quad (C.3)$$

### C.2 Firms

Função de produção

$$0 = \tilde{Y}_{1,t} - \tilde{A}_{1,t} - \alpha\tilde{K}_{1,t} - (1 - \alpha)\tilde{L}_{1,t} \quad (C.4)$$

$$0 = \tilde{Y}_{2,t} - \tilde{A}_{2,t} - \alpha\tilde{K}_{2,t} - (1 - \alpha)\tilde{L}_{2,t} \quad (C.5)$$

Demanda por capital

$$(1 - \nu)R_{ss}^f W_{ss}(\tilde{R}_t^f + \tilde{W}_t) + \nu R_{ss}^{fd} W_{ss}(\tilde{R}_t^{fd} + \tilde{W}_t) = \frac{(\varphi - 1)}{\varphi}(1 - \alpha)\frac{P_{1,ss}Y_{1,ss}}{L_{1,ss}}(\tilde{P}_{1,t} + \tilde{Y}_{1,t} - \tilde{L}_{1,t}) \quad (C.6)$$

$$0 = \tilde{R}_t^f + \tilde{W}_t - \tilde{P}_{2,t} - \tilde{Y}_{2,t} + \tilde{L}_{2,t} \quad (C.7)$$

Demanda por trabalho

$$0 = \tilde{R}_t - \tilde{P}_{1,t} - \tilde{Y}_{1,t} + \tilde{K}_{1,t-1} \quad (C.8)$$

$$0 = \tilde{R}_t - \tilde{P}_{2,t} - \tilde{Y}_{2,t} + \tilde{K}_{2,t-1} \quad (C.9)$$

Produtora bem final

$$Y_{ss}^{\frac{(\phi-1)}{\phi}}\tilde{Y}_t = (1 - a^{\frac{1}{\phi}})Y_{1,ss}^{\frac{(\phi-1)}{\phi}}\tilde{Y}_{1,t} + a^{\frac{1}{\phi}}Y_{2,ss}^{\frac{(\phi-1)}{\phi}}\tilde{Y}_{2,t} \quad (C.10)$$

$$\tilde{Y}_{1,t} - \tilde{Y}_{2,t} = \phi(\tilde{P}_{2,t} - \tilde{P}_{1,t}) \quad (C.11)$$

$$P_{ss}^{1-\phi} \tilde{P}_t = (1-a)P_{1,ss}^{1-\phi} \tilde{P}_{1,t} + aP_{2,ss}^{1-\phi} \tilde{P}_{2,t} \quad (\text{C.12})$$

Curvas de Phillips Preço bem final

$$\begin{aligned} \tilde{\Pi}_{1,t} &= \beta \tilde{\Pi}_{1,t+1} + \frac{(1-\theta)(1-\beta\theta)}{\theta} \left[ (1-\alpha) \left( \tilde{W}_t + \frac{1}{(1-\nu)R_{ss}^f + \nu R_{ss}^{fd}} [R_{ss}^f \tilde{R}_t^f + R_{ss}^{fd} \tilde{R}_t^{fd}] \right) - \tilde{A}_{1,t} + \alpha \tilde{R}_t \right] \\ \tilde{\Pi}_{2,t} &= \beta \tilde{\Pi}_{2,t+1} + \frac{(1-\theta)(1-\beta\theta)}{\theta} \left[ (1-\alpha)(\tilde{W}_t + \tilde{R}_t^f) - \tilde{A}_{2,t} + \alpha \tilde{R}_t \right] \end{aligned} \quad (\text{C.14})$$

Lei de movimento do capital

$$K_{ss} \tilde{K}_t = (1-\delta)K_{ss} \tilde{K}_{t-1} + I_{ss} \tilde{I}_t \quad (\text{C.15})$$

CPOs Produtoras de capital

$$0 = \frac{R_{ss}}{P_{ss}} (\tilde{R}_t - \tilde{P}_t) - \psi_2 \tilde{U}_t \quad (\text{C.16})$$

$$\frac{Q_{ss}}{\Xi_{ss}} (\tilde{Q}_t - \tilde{\Xi}_{t,t+1}) = (1-\delta)Q_{ss} \tilde{Q}_t - R_{ss} (\tilde{R}_{t+1} + \tilde{U}_{t+1}) + \psi_1 P_{ss} \tilde{U}_{t+1} \quad (\text{C.17})$$

$$P_{ss} \tilde{P}_t + \left(1 - \frac{\chi}{2}\right) Q_{ss} \tilde{Q}_t + \chi (\tilde{I}_t - \tilde{I}_{t-1}) = \chi \Xi_{ss} Q_{ss} I_{ss}^2 (\tilde{I}_{t+1} - \tilde{I}_t) \quad (\text{C.18})$$

Fator estocástico de desconto

$$\tilde{\Xi}_{t,t+1} = \eta (\tilde{C}_t - \tilde{C}_{t+1}) + \tilde{P}_{t+1} - \tilde{P}_t + \tilde{\zeta}_{t+1}^C - \tilde{\zeta}_t^C \quad (\text{C.19})$$

### C.3 Instituição Financeira/BNDES/Banco Central

Instituição Financeira

$$(1-\nu)R_{ss}^f W_{ss} L_{1,ss} (\tilde{R}_t^f + \tilde{W}_t + \tilde{L}_{1,t}) + R_{ss}^f W_{ss} L_{2,ss} (\tilde{R}_t^f + \tilde{W}_t + \tilde{L}_{2,t}) = R_{ss}^n N_{ss} (\tilde{R}^n + \tilde{N}) \quad (\text{C.20})$$

BNDES

$$\nu R_{ss}^f W_{ss} L_{1,ss} (\tilde{R}_t^f + \tilde{W}_t + \tilde{L}_{1,t}) - \nu R_{ss}^{fd} W_{ss} L_{1,ss} (\tilde{R}_t^{fd} + \tilde{W}_t + \tilde{L}_{1,t}) = \tau_{ss} W_{ss} L_{ss} (\tilde{\tau}_t + \tilde{W}_t + \tilde{L}_t) \quad (\text{C.21})$$

Regra de Taylor

$$R_{ss}^f \tilde{R}_t^f = a Y_{ss} \tilde{Y}_t + b_1 \Pi_{1,ss} \tilde{\Pi}_{1,t+1} + b_2 \Pi_{2,ss} \tilde{\Pi}_{2,t+1} + R_{ss}^f \tilde{\zeta}_t^m \quad (\text{C.22})$$

## C.4 Market Clearing

Mercado de trabalho

$$L_{ss}\tilde{L}_t = L_{1,ss}\tilde{L}_{1,t} + L_{2,ss}\tilde{L}_{2,t} \quad (\text{C.23})$$

Mercado de Capital

$$K_{ss}\tilde{K}_t = K_{1,ss}\tilde{K}_{1,t} + K_{2,ss}\tilde{K}_{2,t} \quad (\text{C.24})$$

Mercado de Bens

$$Y_{ss}\tilde{Y}_t = C_{ss}\tilde{C}_t + I_{ss}\tilde{I}_t \quad (\text{C.25})$$

## C.5 Choques

Produtividade

$$\tilde{A}_{1,t} = \rho^{A,1}\tilde{A}_{1,t-1} + \epsilon_t^{A,1} \quad (\text{C.26})$$

$$\tilde{A}_{2,t} = \rho^{A,2}\tilde{A}_{2,t-1} + \epsilon_t^{A,2} \quad (\text{C.27})$$

Preferência Intertemporal

$$\tilde{\zeta}_t^C = \rho^C\tilde{\zeta}_{t-1}^C + \epsilon_t^C \quad (\text{C.28})$$

Oferta de trabalho

$$\tilde{\zeta}_t^L = \rho^L\tilde{\zeta}_{t-1}^L + \epsilon_t^L \quad (\text{C.29})$$

Política Monetária

$$\tilde{\zeta}_t^m = \rho^m\tilde{\zeta}_{t-1}^m + \epsilon_t^m \quad (\text{C.30})$$