

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

CARLOS EDUARDO LOBATO

**Políticas Fiscal e Monetária Ótimas em um Modelo de Médio
Porte para o Brasil Pós Plano Real**

Porto Alegre

2011

CARLOS EDUARDO LOBATO

**Políticas Fiscal e Monetária Ótimas em um Modelo de Médio
Porte para o Brasil Pós Plano Real**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como quesito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia, com ênfase em Economia Aplicada

Orientador: Prof. Dr. Ronald Otto Hillbrecht

Porto Alegre

2011

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
Responsável: Biblioteca Gládis W. do Amaral, Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS

L796p Lobato, Carlos Eduardo
Política fiscal e monetária ótimas em um modelo de médio porte para o Brasil
pós Plano Real / Carlos Eduardo Lobato. – Porto Alegre, 2011.
57 f. : il.

Orientador: Ronald Otto Hillbrecht.

Ênfase em Economia Aplicada.

Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas, Programa de Pós-Graduação em Economia, Porto Alegre, 2011.

1. Política monetária. 2. Política fiscal. 3. Modelo econométrico. I. Hillbrecht, Ronald Otto. II. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Ciências Econômicas. Programa de Pós-Graduação em Economia. III. Título.

CDU 336.74.02

Carlos Eduardo Lobato

**Políticas Fiscal e Monetária Ótimas em um Modelo de Médio
Porte para o Brasil Pós Plano Real**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como quesito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia, com ênfase em Economia Aplicada

Orientador: Prof. Dr. Ronald Otto Hillbrecht

Aprovada em 24 de novembro de 2011.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Orientador Ronald Otto Hillbrecht – UFRGS

Prof. Dr. Fabrício Tourrucôo – UFRGS

Prof. Dr. Marcelo Savino Portugal – UFRGS

Prof. Dr. Roberto Meurer – UFSC

Porto Alegre
2011

Aos meus pais e minha irmã.

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, Lobato e Isabel, que sempre me apoiaram, não somente em relação a este mestrado, mas em toda minha vida.

À minha irmã Érika que foi sempre uma grande amiga e sempre me apoiou.

Vanessa, obrigado pelo companherismo, amor e apoio incondicional desde o primeiro momento em que nos conhecemos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Ronald Otto Hilbrecht pela paciência, confiança, dedicação e amizade, ao longo deste trabalho e por todos os ensinamentos durante todo o mestrado.

Ao Dr. Angelo Marsiglia Fasolo que sem sua ajuda e paciência não teria conseguido realizar este trabalho.

Aos meus grandes amigos Vilmar e Thiago com os quais sempre pude contar, mesmo tendo a distância como obstáculo.

À minha amiga Beth que me ajudou imensamente durante toda minha estada em Porto Alegre. Não há palavras para expressar minha gratidão.

A todos os professores da UFRGS que me auxiliaram em minha formação.

Agradeço a todos os funcionários da secretaria, em especial a Iara, Raquel e Lourdes pela cordialidade e gentileza com que sempre me trataram.

Aos meus colegas de turma do mestrado em especial ao Raphael, Eduardo e Silas pela amizade e companherismo.

Ao CNPQ pelo apoio financeiro sem o qual não seria possível a construção deste trabalho

Resumo

Uma questão fundamental na macroeconomia é: Como um governo benevolente deveria conduzir as políticas monetária e fiscal no longo prazo e nos ciclos de negócios? Esta dissertação visa elucidar essa questão caracterizando as políticas monetária e fiscal ótimas para o Brasil no período pós Plano Real . Para tanto, será feito uso de um modelo de médio porte tal como proposto por Schmitt-Grohé e Uribe (2005). Médio porte, nada mais é do que a inclusão de quatro fontes de rigidez nominal: rigidez de preços, rigidez de salários, demanda por moeda por parte dos indivíduos e uma restrição cash-in-advance sobre a massa salarial das firmas. E cinco fontes de rigidez real: custos de ajustamento do investimento, utilização de capacidade variável, formação de hábitos, competição imperfeita nos mercados de produtos e fatores e taxação distorciva. Verificou-se que a estabilidade dos preços constitui essencialmente a política ótima.

Palavras-chave: Políticas Ótimas. DSGE. Modelo de Médio Porte.

Abstract

A fundamental question in macroeconomics is how a benevolent government should conduct monetary and fiscal policies in the long-term and in the business cycles? This thesis aims to elucidate this question characterizing the optimal monetary and fiscal policies to Brazil in the period after the Real Plan. To do so, will be done using a medium-scale model as proposed by Schmitt-Grohé and Uribe (2005). Medium-scale, is nothing more than the inclusion of four sources of nominal rigidities: sticky prices, sticky wages, demand for money by individuals and a constraint cash-in-advance on the payroll of the firms. And five sources of real rigidities: investment adjustment costs, variable capacity utilization, habit formation, imperfect competition in product markets and factors and distorting taxation. It was found that price stability is essentially the optimal policy.

Palavras-chave: Optimal Policies. DSGE. Medium-Scale Model.

Lista de Figuras

1	Impulso Resposta a um choque na produtividade	48
2	Impulso Resposta a um choque nas transferências do governo	49
3	Impulso Resposta a um choque nos gastos do governo	50

Lista de Tabelas

1	Parâmetros Estruturais	40
2	Estado estacionário de Ramsey	42
3	Implicações Cíclicas da Política Ótima sob Imposto de Renda	44
4	Grau de rigidez nominal na política ótima	45
5	Indexação e Política Ótima	46

SUMÁRIO

1	Introdução	9
2	Teorias Fiscal-Monetária e Modelo Teórico	11
2.1	Literatura Fiscal-Monetária em Modelos DSGE	15
2.2	Um Modelo de Médio Porte	15
2.2.1	Consumidor	22
2.2.2	Firmas	27
2.2.3	O Governo	27
2.2.4	Agregação	28
2.2.4.1	Market clearing no mercado de bens finais	30
2.2.4.2	Market clearing no mercado de trabalho	31
2.2.5	Equilíbrio Competitivo	31
2.2.6	Equilíbrio de Ramsey	33
3	Escolha das Formas Funcionais e Estratégia de Calibração	33
3.1	Formas Funcionais	34
3.2	Dados	35
3.3	Calibração do Modelo	41
4	Estado Estacionário de Ramsey	41
4.1	Taxa de Inflação Ótima	42
4.2	Impostos Ótimos	44
5	Dinâmica de Ramsey	45
5.1	Fontes de Rigidez Nominal e Política Ótima	46
5.2	Indexação e Política Ótima	48
6	Funções Impulso Rsposta da Política de Ramsey Ótima	52
7	Conclusão	53
8	Referências	

1 Introdução

Uma questão fundamental na macroeconomia é: Como um governo benevolente deveria conduzir as políticas monetária e fiscal no longo prazo e nos ciclos de negócios? Segundo Cavallari (2003) tipicamente o *approach* realizado para este tipo de análise era considerar ambas as políticas paralelas. No caso da avaliação da política monetária ótima a hipótese mais comum assumida era a de que o gasto público era exógeno, ou até mesmo que não existisse governo. Como exemplo deste tipo de análise, temos o trabalho de Clarida, Gali e Gertler (1999) que revisaram a literatura Novo-Keynesiana a cerca das regras de política monetária ótima e para tal consideram o gasto fiscal exógeno. No âmbito da política fiscal ótima nota-se também que, tipicamente, sua caracterização não levava em conta as ações da autoridade monetária, como apresentado por Taylor e Woodford (1999).

Poucos são os trabalhos que tratam de forma conjunta estes dois instrumentos (veja, por exemplo, Schmitt-Grohé e Uribe (2001) e Stokey e Lucas (1982)). Entretanto, mesmo estes trabalhos apresentam a característica de se encontrarem em uma estrutura teórica contemplando poucos elementos de rigidez. Como apontam Schmitt-Grohé e Uribe (2005) se por um lado analisar as políticas monetária e fiscal ótimas, nesse contexto, possui a vantagem de facilitar o entendimento a respeito de como uma política de estabilização deveria responder a efeitos distorsivos isolados, por outro lado, modelos altamente simplificados apresentam a desvantagem de não serem capazes de fornecer uma explicação satisfatória dos movimentos cíclicos para mais do que poucas variáveis de interesse.

Entretanto, nos últimos trinta anos, a teoria macroeconômica tem evoluído significativamente. Segundo Chari e Kehoe (2006) é difícil para os policymakers notarem como os avanços neste campo de estudo afetaram a prática da condução das políticas, devido ao envolvimento destes com o dia-a-dia do seu trabalho. No entanto, é fácil perceber os efeitos da evolução da teoria na prática através de exemplos como: uma crescente independência dos bancos centrais, adoção de metas de inflação e outras regras para condução da política monetária. Ao mesmo tempo, verifica-se uma maior confiança no consumo, uma tendência de taxaço sobre o trabalho ao invés de taxaço sobre rendimentos de capital e maior conscientização dos custos de políticas que distorcem os mercados de trabalho.

De maneira geral, as mudanças chave na teoria macroeconômica que acabaram por determinar a forma de conduzir as políticas recaem sobre: a crítica de Lucas sobre a avaliação de políticas apresentado por Robert Lucas (1976), a crítica de inconsistência temporal de políticas discricionárias devido a Finn Kydland e Edward Prescott (1977) e o desenvolvimento de modelos de equilíbrio geral estocástico e dinâmico (DSGE) tendo por marco Finn Kydland e Edward Prescott (1982).

Os modelos de equilíbrio geral que foram desenvolvidos em resposta a crítica de Lucas têm se tornado cada vez mais sofisticados através do tempo. Estes modelos têm passado a incluir imperfeições do mercado financeiro, preços rígidos e outras não-neutralidades

da moeda, competição imperfeita, mercados incompletos e outras fricções. Da mesma forma, as regras de política fiscal e monetária ótimas têm evoluído no sentido de atender algumas propriedades deflagradas, entre outros fatores, pela complexidade da modelagem realizada (CHARI; KEHOE, 1999).

Segundo Schmitt-Grohé e Uribe (2005) estes primeiros trabalhos possuíam o atributo de derivar as políticas ótimas em ambientes altamente estilizados. Geralmente, as políticas ótimas são caracterizadas para economias com somente um ou um número altamente reduzido de fricções distintas do paradigma neoclássico de ausência de desvios. Em relação a estes trabalhos nota-se ainda que estes se concentram no caso estadunidense, entretanto já existem alguns estudos realizados para a Europa e algum esforço de construção deste tipo de trabalho em economias pequenas emergentes.

Desse modo é que a realização deste trabalho se justifica, na construção de um benchmark para a economia brasileira em um estudo que leva em consideração tanto a atuação da autoridade fiscal quanto monetária em uma estrutura teórica de médio porte, que comporta elementos de rigidez nominal e real fornecendo explicação dos movimentos cíclicos de diversas variáveis de interesse tanto nominais quanto reais.

Nesse sentido, o capítulo 1 apresenta uma revisão da literatura sobre teorias fiscal-monetárias e apresenta o modelo que será utilizado. No capítulo 2 será feita as escolhas das formas funcionais que serão empregadas no modelo; ainda serão expostos as fontes de dados e por fim, será ilustrada a calibração do modelo. No capítulo 3 será feita a caracterização do estado estacionário. No capítulo 4 é estudada a dinâmica de Ramsey do modelo. No capítulo 5 é feita a análise das funções impulso resposta para estudar a dinâmica implicada pela política de Ramsey. Por fim, as principais conclusões são apresentadas.

2 Teorias Fiscal-Monetária e Modelo Teórico

Os modelos de equilíbrio geral dinâmicos e estocásticos tiveram como origem o trabalho seminal de Ramsey (1928). Nele o autor deriva a quantidade ótima que uma economia deveria poupar, por meio de um pequeno modelo de equilíbrio geral. Basicamente, Ramsey modela uma economia que conta com um agente representativo que produz uma mercadoria que pode ser consumida ou poupada a fim de elevar o consumo futuro contando com a figura de um planejador central. Este primeiro modelo, foi a base para os modelos mais complexos que serão aqui discutidos, a partir dele a complexidade foi aumentada com a inclusão de governo, mercados financeiros, economia aberta, inclusão de elementos de rigidez, entre outros.

Os primeiros modelos DSGE que partiram do modelo de Ramsey se encontram nos trabalhos de Lucas (1975), Kydland e Prescott (1982) e Long e Plosser (1983). O objetivo deste estudos era o de caracterizar e explicar o comportamento dinâmico de variáveis macroeconômicas utilizando modelos de equilíbrio com expectativas racionais. Ao longo do tempo os modelos foram mudando e se tornando ainda mais complexos incorporando dinheiro, como bem intermediário, certos elementos de rigidez, entre outros. O modelo teórico que será utilizado é um modelo de equilíbrio geral dinâmico e estocástico (DSGE) baseado no trabalho de Schmitt-Grohé e Uribe (2005).

2.1 Literatura Fiscal-Monetária em Modelos DSGE

Entre os trabalhos que podemos destacar temos o de Chari, Christiano e Kehoe (1991). Nele, são estudadas as propriedades quantitativas das políticas monetária e fiscal em modelos de ciclos de negócio. A modelagem é feita assumindo-se que existe uma tecnologia por meio da qual o governo pode se comprometer a uma sequência de políticas estado-contingentes. Uma política ótima é que aquela que maximiza o bem estar do agente representativo sujeito a restrição de que os resultados obtidos constituem um equilíbrio competitivo. Entretanto, os autores abstraem de fatores como distribuição de renda, heterogeneidade, externalidades, intermediação monetária e qualquer rigidez nominal.

De forma resumida, estas políticas ótimas, têm as seguintes propriedades: impostos sobre o trabalho são constantes no ciclo dos negócios, impostos sobre rendimentos de capital são próximos de zero, em média, a Regra de Friedman é ótima¹: Taxas de juros nominais são zero e a política monetária responde a choques: Moeda é contra-cíclica com respeito a choques na tecnologia e pró-cíclica em relação ao consumo do governo.

Outro estudo de destaque é o realizado por Chari e Kehoe (1999). Nele, os autores buscam fornecer uma introdução sobre políticas fiscal e monetária ótimas utilizando a abordagem primal de taxaço ótima. Esta abordagem é utilizada para ilustrar como as políticas monetária e fiscal devem ser conduzidas no longo prazo e no ciclo dos negócios,

¹Otimalidade requer que todos os tipos de bens de consumos sejam taxados ao mesmo nível

caracterizando o conjunto de alocações possíveis como um equilíbrio competitivo com impostos distorcivos por apenas duas condições: uma restrição de recurso e uma restrição orçamentária do consumidor. As condições de primeira ordem da firma e do consumidor são usadas para substituir preços e políticas, logo, as restrições dependem tão somente das alocações e estas são soluções de um problema de programação simples.

Em um contexto de infinito número de períodos e inclusão de alguma combinação de incerteza, capital, dívida e moeda e a partir do que fora exposto, Chari e Kehoe encontraram, como resultados, quatro lições: impostos sobre receitas de capital deveriam ser altas inicialmente e depois próximas de zero, impostos sobre trabalho e consumo deveriam ser praticamente constantes, impostos estado-contingentes em ativos deveriam ser usados para fornecer segurança contra choques adversos e a política monetária deveria ser conduzida de tal maneira que mantivesse a taxa nominal de juros próxima de zero.

Benigno e Woodford (2003) propõem um tratamento integrado dos problemas das políticas fiscal e monetárias ótimas para uma economia na qual os preços são rígidos (assim as mudanças, no lado da oferta, dos impostos são mais complexas que em uma análise fiscal padrão) e a única fonte de receita do governo são impostos distorcivos (tal que as conseqüências fiscais da política monetária devem ser consideradas conjuntamente aos seus usuais objetivos de estabilização).

Este estudo foi conduzido através de um *approach* linear-quadrático, de tal maneira, que lhes permitem agrupar tanto a análise convencional de políticas monetárias ótimas de estabilização e a análise de suavização ótima de impostos, como casos especiais de uma estrutura mais geral. Os autores mostram como um problema de política linear quadrática pode ser derivado fornecendo uma aproximação linear correta para as regras de política ótima em um modelo DSGE. Ainda, para caracterizar as respostas dinâmicas ótimas de choques sob uma política ótima, são derivadas regras através das quais as autoridades fiscal e monetária podem implementar o equilíbrio ótimo.

Em seus resultados fica evidenciado como os problemas fiscal e monetário são bem mais relacionados do que seria esperado. Em primeiro lugar demonstra-se que variações no nível dos impostos distorcivos devem ser escolhidos para servir aos mesmos propósitos daqueles enfatizados na literatura de política monetária de estabilização: estabilização da inflação e do hiato do produto. Do lado da autoridade monetária, não é diferente, fica mostrado que esta deve levar em conta os impactos de suas ações no orçamento do governo. Estes impactos remetem-se às implicações do níveis de preço e evolução da taxa de juros para a carga real de pagamento de juros na dívida pública, que, em última instância, se relaciona com a capacidade de solvência do governo. Finalmente, Benigno e Woodford verificam que o atendimento desta condição na política monetária não implica em nenhum resultado mais do aqueles obtidos por Chari e Kehoe (1999).

Schmitt-Grohé e Uribe (2001) estudam políticas monetária e fiscal ótimas sob competição imperfeita, em uma economia de produção estocástica, com preços flexíveis e sem

capital. O modelo proposto incorpora os seguintes elementos: a única fonte de taxaço regular disponível para o governo são impostos de renda distorcivos (em particular, a autoridade fiscal não pode ajustar taxas do tipo *lump-sum* no financiamento de seus gastos), os preços são plenamente flexíveis e o governo não pode implementar subsídios à produção para desfazer distorções geradas pela presença de concorrência imperfeita. Ao mesmo tempo, o modelo engloba o pressuposto de que os mercados de produtos não são perfeitamente competitivos. Outro pressuposto assumido é o de que o governo tem a capacidade de se comprometer plenamente na implementação das políticas fiscal e monetárias anunciadas.

O resultado central do artigo é o de que no caso de concorrência imperfeita, a regra de Friedman deixa de ser ótima. De fato, a taxa de juros nominal cresce com a participação dos lucros. Adicionado a isso, na presença de rendimentos de monopólio puro, a taxa de juros nominal ótima varia no tempo e sua volatilidade não condicional cresce com a magnitude de tais rendimentos.

Uma extensão natural realizada pelos autores em relação ao trabalho citado anteriormente se faz com a introdução de rigidez nominal, na forma de preços rígidos. Schmitt-Grohé e Uribe (2004) estudam, portanto, as políticas monetária e fiscal ótimas sob preços de produtos rígidos. A estrutura teórica é de uma economia de produção estocástica sem capital. O governo financia um fluxo exógeno de gastos cobrando um imposto de renda distorcivo, imprimindo dinheiro, e emitindo um título de um período livre de risco.

Essencialmente, este artigo busca incorporar, em uma estrutura única, os elementos essenciais de dois ramos distintos sobre política monetária ótima, diretamente opostas quanto a suas recomendações sobre a taxa de juros e preços cíclico e de longo prazo. Um dos ramos segue a estrutura teórica apresentada em Lucas e Stokey (1982). Nestes trabalhos é estudada de forma conjunta a determinação das políticas monetária e fiscal ótimas em um ambiente com preços flexíveis e competição perfeita nos mercados de produção e de fatores². O outro ramo foca em caracterizar a política monetária ótima em ambientes com rigidez nominal e competição imperfeita³. Destaca-se entres os resultados obtidos deste estudo a averiguação de que para uma calibração plausível do grau nominal de rigidez, a volatilidade da inflação associada com a alocação de Ramsey é próxima de zero. De fato, um pequeno montante de rigidez é suficiente para fazer com que a volatilidade da inflação ótima ser muitas vezes menor do que aquela que existiria no caso de plena flexibilidade de preços.

Os dois artigos, anteriormente citados, fazem parte de um projeto maior em que os autores buscariam caracterizar as políticas monetária e fiscal ótimas em um modelo de médio porte. Schmitt-Grohé e Uribe (2005) estudam políticas fiscal e monetária ótimas no

²Exemplos de trabalhos nessa linha são: Chari, Christiano e Kehoe (1991), Correia e Teles (1996), entre outros.

³Veja por exemplo: Erceg; Henderson, e Levin (1999), Galí e Monacelli (2002), Woodford (2001), entre outros.

sentido de Ramsey em um modelo de média escala para o ciclo dos negócios estadunidense. Tendo em mente que, a política ótima, neste estudo é diferente de estudos como de Givens (2010). Seguindo o trabalho de Kimball (1995), o modelo enfatiza a importância de combinar rigidez tanto real quanto nominal para explicar a propagação dos choques macroeconômicos.

Especificamente, o modelo possui quatro fontes de rigidez nominal: rigidez de preços, rigidez de salários, uma demanda por dinheiro pelas famílias, e uma restrição *cash-in-advance* sobre a massa salarial das empresas. Ainda o modelo comporta cinco fontes de rigidez real: custos de ajustamento de investimento, utilização de capacidade variável, formação de hábito, concorrência imperfeita nos mercados de produtos e fatores, e taxa de distorciva. Segundo Fernández-Villaverde (2005) analisando este mesmo artigo expõe que o modelo proposto pelos autores tem influência direta do trabalho de Christiano, Eichenbaum e Evans (2005)⁴, inclusive na calibração do mesmo.

Como resultado primordial deste *working paper* tem-se que a estabilidade nos preços parece ser um objetivo central da política monetária ótima. Este resultado surpreende, pois, dado que o modelo comporta um número de fricções que isoladas levariam a uma taxa de inflação volátil. Em Schmitt-Grohé e Uribe (2007) os autores buscam calcular as regras de política monetária e fiscal que maximizam o bem estar dos indivíduos em um modelo do ciclo real aumentado com preços rígidos, demanda por moeda, impostos e consumo do governo estocástico. A regra de política monetária deste estudo é:

$$\ln \left(\frac{R_t}{R^*} \right) = \alpha_R \ln \left(\frac{R_{t-1}}{R^*} \right) + \alpha_\pi E_t \ln \left(\frac{\pi_{t-i}}{\pi^*} \right) + \alpha_y E_t \ln \left(\frac{y_{t-i}}{y^*} \right)$$

onde: R_t denota a taxa nominal de juros bruta de um período livre de risco, π_t é a taxa de inflação, y_t é a demanda agregada, y^* é o nível de estado estacionário de Ramsey não-estocástico da demanda agregada e R^* e π^* são parâmetros. A regra de política fiscal é:

$$\tau_t - \tau^* = \gamma_1 (l_{t-1} - l^*)$$

$$l_{t-1} \equiv \frac{M_{t-1} + R_{t-1} B_{t-1}}{P_{t-1}}$$

$$\tau_t = \tau_t^L + \tau_t^D y_t$$

$$l_t = \frac{R_t}{\pi_t} (1 - \pi_t \gamma_1) l_{t-1} + R_t (\gamma_1 l^* - \tau^*) + R_t g_t - m_t (R_t - 1)$$

onde: l_{t-1} é total da dívida do governo no período $t - 1$, τ_t^L é imposto do tipo *lump-sum*, τ_t^D é taxa do imposto nos rendimentos, B_t títulos do governo livre de risco, M_t encaixes monetários, g_t gastos do governo exógeno e γ_1 é um parâmetro.

⁴Neste trabalho os autores mostram como podemos formular e estimar um modelo do ciclo dos negócios compatível com um vetor auto regressivo (VAR) identificado.

Os principais resultados são de que o tamanho do coeficiente da inflação na regra da taxa de juros tem um papel pequeno para o bem estar. Em segundo lugar a resposta da política monetária ao produto é nula e por último os ganhos de bem estar decorrentes da suavização da taxa de juros são negligenciáveis.

Alguns autores como Altig et al (2004) incluíram em sua modelagem choques no setor de produtividade, específicas do setor de investimento. Smets e Wouters (2007), estimaram, por exemplo, um modelo comportando 10 choques. Em Altig et al (2004) fora assumido que os choques que guiam o ciclo de negócios são não estacionários. Estas extensões são interessantes porque as políticas de estabilização ótima serão, geralmente, moldadas pelo número e natureza dos choques exógenos gerando flutuações agregadas.

2.2 Um Modelo de Médio Porte

Para analisar as políticas fiscal e monetárias ótimas para a economia brasileira, faz-se uso de um modelo de equilíbrio geral dinâmico e estocástico (DSGE), baseado no trabalho de Schmitt-Grohé e Uribe (2005) que por sua vez construiu os elementos essenciais de seu modelo com base no modelo desenvolvido por Christiano, Eichenbaum e Evans (2005). O modelo, então, será aplicado à economia brasileira utilizando uma séries temporal de dados compreendendo os anos de 1995 à 2009, com a obtenção dos parâmetros sendo realizada por meio de técnicas de calibração.

A estrutura do modelo é o modelo crescimento neoclássico padrão aumentado por componentes de fricção nominal e real. Especificamente, o modelo possui quatro fontes de rigidez nominal: rigidez de preços, rigidez de salários, uma demanda por dinheiro pelas famílias, e uma restrição cash-in-advance sobre a massa salarial das empresas. Ainda o modelo comporta cinco fontes de rigidez real: custos de ajustamento de investimento, utilização de capacidade variável, formação de hábito, concorrência imperfeita nos mercados de produtos e fatores, e taxaçoão distorciva.

2.2.1 Consumidor

Assume-se que a economia é composta por uma grande família representativa com um contínuo de membros. Também é assumido que tanto o consumo quanto as horas trabalhadas são idênticas entre os membros da família. As preferências dos consumidores são definidas sobre o consumo per capita, c_t , e o esforço de trabalho per capita, h_t , e estas preferências são descritas pela seguinte função de utilidade:

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U(c_t - bc_{t-1}, h_t) \quad (1)$$

onde E_t denota o operador de expectativas condicionadas à informação disponível no tempo t , $\beta \in (0, 1)$ representa um fator de desconto subjetivo, e U é um índice de utilidade o qual é assumido ser estritamente crescente em seu primeiro argumento e estritamente

decrecente no segundo argumento e estritamente côncava. As preferências apresentam formação de hábitos interna, medida pelo parâmetro $b \in [0, 1]$. O consumo de bens é assumido ser composto de um contínuo de bens diferenciados c_{it} indexados por $i \in [0, 1]$ via o agregador:

$$c_t = \left[\int_0^1 c_{it}^{1-1/\eta} di \right]^{1/(1-1/\eta)} \quad (2)$$

onde o parâmetro $\eta > 1$ denota a elasticidade de substituição intratemporal entre diferentes tipos de bens de consumo.

Para qualquer nível de consumo do bem agregado, compras de cada variedade individual dos bens $i \in [0, 1]$ no período t deve resolver o problema dual de minimização do gasto total, $\int_0^1 P_{it} c_{it} di$, sujeito a restrição de agregação (2), onde P_{it} denota o preço nominal do bem de tipo i no tempo t . A demanda por bens do tipo i é dada, então, por:

$$c_{it} = \left(\frac{P_{it}}{P_t} \right)^{-\eta} \quad (3)$$

onde P_t é um índice de preços nominal definido como:

$$P_t \equiv \left[\int_0^1 P_{it}^{1-\eta} di \right]^{\frac{1}{1-\eta}} \quad (4)$$

Este índice de preços apresenta a propriedade de que o custo mínimo de uma cesta de um bem intermediário fornecendo c_t unidades do bem agregado é dado por $P_t c_t$.

As decisões de trabalho são feitas por um planejador central dentro da família⁵, que oferta trabalho de maneira monopolística a um contínuo de mercados de trabalho de medida 1 indexadas por $j \in [0, 1]$. Em cada mercado de trabalho, o sindicato se depara com uma demanda por trabalho dada por $(W_t^j/W_t)^{-\bar{\eta}} h_t^d$. Onde W_t^j denota o salário nominal cobrado pelo sindicato no mercado j no tempo t . W_t é um índice nominal de preços vigente na economia e h_t^d é uma medida de demanda de trabalho agregada pelas firmas⁶. Considera-se que W_t e h_t^d são exógenos em cada mercado de trabalho. Dado o salário cobrado em cada mercado $j \in [0, 1]$, assume-se que o sindicato oferta trabalho suficiente, h_t^j , para satisfazer a demanda, ou seja;

$$h_t^j = \left(\frac{w_t^j}{w_t} \right)^{-\bar{\eta}} h_t^d \quad (5)$$

onde $w_t^j \equiv W_t^j/P_t$ e $w_t \equiv W_t/P_t$. Tem-se ainda que o total de horas alocadas em diferentes mercados de trabalho devem satisfazer a seguinte restrição $h_t = \int_0^1 h_t^j dj$ e cominando-a com a restrição da equação (5), obtém-se:

⁵Schmitt-Grohé e Uribe (2005) denomina esta estrutura de planejador central dentro da família de **sindicato**, aqui será utilizada a mesma denominação.

⁶A derivação da demanda por trabalho será feita no contexto do problema das firmas.

$$h_t = h_t^d \int_0^1 \left(\frac{w_t^j}{w_t} \right)^{-\bar{\eta}} dj \quad (6)$$

Segundo Schmitt-Grohé e Uribe (2005), a seguinte configuração de um mercado de trabalho com competição imperfeita diverge do pressuposto comumente adotado em modelos contendo inércia nos salários nominais. De fato, estes modelos assumem que cada família oferta um insumo de trabalho diferenciado que gera um equilíbrio heterogêneo. Para resolver este problema, adota-se que as preferências são separáveis em consumo e horas e que existe um mercado financeiro que assegura risco de emprego. A formulação, entretanto, aqui apresentada evita a adoção destes dois pressupostos.

Assume-se que o consumidor possui capital próprio denotado por, k_t , que se acumula de acordo com a seguinte lei de movimento:

$$k_{t+1} = (1 - \delta) k_t + i_t \left[1 - \mathcal{S} \left(\frac{i_t}{i_{t-1}} \right) \right] \quad (7)$$

onde δ é um parâmetro que denota a taxa de depreciação do capital e i_t denota o investimento bruto. A função \mathcal{S} é o custo de ajustamento do investimento e tem as seguintes propriedades $\mathcal{S}(1) = \mathcal{S}'(1) = 0$ e $\mathcal{S}''(1) > 0$.

Os consumidores controlam a intensidade na qual o capital é utilizado, isto é, assume-se que u_t medir a capacidade de utilização deste recurso no período t . O custo de utilização de capital com esta intensidade é dado por $a(u_t) k_t$ unidades de bem agregado. Onde a função a satisfaz $a(1) = 0$ e $a'(1) > 0$ e $a''(1) > 0$. A formulação adotada sobre custos de ajustamento de capital e custos de capacidade de utilização foram assim especificadas para ajustar respostas de investimento e capacidade de utilização a choques monetários na economia brasileiras. Uma melhor exploração desta formulação se encontra em Christiano, Eichenbaum, e Evans (2005) e Altig et al. (2004).

Os indivíduos obtêm renda do estoque de capital, alugando este para as firmas à taxa r_t^k por unidade de capital. De tal maneira que a receita total obtida pela locação de capital é dada por $r_t^k u_t k_t$. Há, ainda, um bem de investimento agregado, cuja função de agregação é (2). Assim a demanda por cada bem intermediário para investimento $i \in [0, 1]$, i_{it} , é dado por $i_{it} = i_t (P_{it}/P_t)^{-\eta}$.

Neste modelo, motiva-se que os consumidores demandem moeda, assumindo que as compras de consumo estão sujeitas a um custo de transação proporcional que é crescente em relação a velocidade da moeda baseada em consumo. Em outras palavras, cada unidade de consumo gera um custo $l(v_t)$ onde:

$$v_t \equiv \frac{c_t}{m_t^h} \quad (8)$$

é a razão entre consumo e encaixes monetários reais em posse dos consumidores, denotado por m_t^h . A função de custo de transação l satisfaz as seguintes propriedades

descritas em Schmitt-Grohé e Uribe (2005):

(a) $l(v_t)$ é uma função não-negativa e pertence à classe de funções \mathcal{C}^2 ;

(b) Existe um nível de velocidade $\underline{v} > 0$ que se refere ao nível de saciedade de moeda tal que $l(\underline{v}) = l'(\underline{v}) = 0$;

(c) $(v - \underline{v})l'(v) > 0$ para $v \neq \underline{v}$;

(d) $2l'(v) + vl''(v) > 0$ para todo $v \geq \underline{v}$;

A propriedade (b) assegura que a Regra de Friedman⁷ não precisa ser associada a uma demanda por moeda infinita. Esta propriedade ainda implica que os custos de transação e a distorção que ela introduz se extinguem quando a taxa de juros nominal é zero. A propriedade (c) garante que a velocidade da moeda de equilíbrio é sempre maior ou igual ao nível de saciedade de moeda. Já a propriedade (d) apresenta que a demanda por moeda é decrescente na taxa nominal de juros.

Em cada período $t \geq 0$ os consumidores podem comprar ativos estado-contingentes cujo pagamento nominal é denotado por X_{t+1}^h no período $t + 1$ ao custo, em moeda, de $E_t r_{t,t+1} X_{t+1}^h$. A variável $r_{t,t+1}$ denota um fator de desconto estocástico entre os período t e $t + 1$. Os consumidores pagam impostos sobre a renda auferida sobre o trabalho, o capital e os lucros sendo as taxas destes denotadas, respectivamente, por τ_t^h , τ_t^k e τ_t^ϕ . O governo faz transferências do tipo *lump-sum*, n_t , aos consumidores. Assim, a restrição orçamentária dos consumidores período-a-período é dada por:

$$\begin{aligned} E_t r_{t,t+1} x_{t+1}^h + [1 + l(v_t)] c_t + i_t + m_t^h &= \frac{x_t^h + m_{t-1}^h}{\pi_t} + n_t + \\ &+ (1 - \tau_t^k) [r_t^k u_t - a(u_t)] k_t + \\ &+ \tau_t^k q_t \delta k_t + (1 - \tau_t^h) h_t^d \int_0^1 w_t^j \left(\frac{w_t^j}{w_t} \right)^{-\tilde{\eta}} dj + \\ &+ (1 - \tau_t^\phi) \phi_t \end{aligned} \quad (9)$$

A variável $x_t^h/\pi_t \equiv X_t^h/P_t$ denota o retorno real dos ativos estado-contingentes adquiridos em $t - 1$. A variável ϕ_t denota os lucros recebidos pela propriedade das firmas, q_t é preço do capital em termos de consumo e $\pi_t \equiv P_t/P_{t-1}$ denota a taxa de inflação dos preços de bens de consumo.

Introduza-se rigidez nos salários assumindo que em cada período o sindicato não pode

⁷Esta regra se refere, basicamente, a uma taxa de juros nominal igual a zero.

escolher os salários de forma ótima em uma fração $\tilde{\alpha} \in [0, 1)$ de mercados de trabalhos escolhidos aleatoriamente. A taxa de salários nestes mercados é indexada pela inflação dos preços do consumidor do período anterior de acordo com a regra $W_t^j = W_{t-1}^j \pi_{t-1}^{\tilde{X}}$, onde \tilde{X} é um parâmetro que mede o grau de indexação dos salários, de tal maneira que caso ele for 0 não há indexação dos salários e se for 1, há perfeita indexação dos salários em relação à inflação do preço do consumidor, que, em geral, pode assumir qualquer valor entre 0 e 1.

O consumidor escolhe c_t , h_t , x_{t+1}^h , w_t^j , k_{t+1} , i_t , u_t e m_t^h para maximizar a função utilidade (1) sujeita a (6)-(9), a fricção de rigidez salarial e uma restrição *no-Ponzi-game* tomando como dados w_t , r_t^k , h_t^d , $r_{t,t+1}$, q_t , π_t , ϕ_t , τ_t^h , τ_t^k e τ_t^ϕ e condições iniciais x_0^h , k_0 e m_{t-1}^h . Denotando $\beta^t \lambda_t w_t (1 - \tau_t^h) / \tilde{\mu}_t$, $\beta^t \tilde{q}_t \lambda_t$ e $\beta^t \lambda_t$ como os multiplicadores de Lagrange associados às restrições (6), (7) e (9), respectivamente, o Lagrangeano associado com o problema de maximização do consumidor é:

$$\begin{aligned} \mathcal{L} = & E_t \sum_{j=0}^{\infty} \beta^j \left\{ U(c_{t+j} - bc_{t+j-1}, h_{t+j}) \right. \\ & + \lambda_{t+j} \left[(1 - \tau_{t+j}^h) h_{t+j}^d \int_0^1 w_{t+j}^i \left(\frac{w_{t+j}^i}{w_{t+j}} \right)^{-\tilde{\eta}} di + (1 - \tau_{t+j}^k) [r_{t+j}^k u_{t+j} - a(u_{t+j})] k_{t+j} \right. \\ & + (1 - \tau_{t+j}^\phi) \phi_{t+j} - c_{t+j} \left[1 + l \left(\frac{c_{t+j}}{m_{t+j}^h} \right) \right] - i_{t+j} + \tau_{t+j}^k q_{t+j} \delta k_{t+j} - r_{t+j,t+j+1} x_{t+j+1}^h - \\ & \left. - m_{t+j}^h + \frac{m_{t+j}^h + x_{t+j}^h}{\pi_{t+j}^h} \right] + \frac{\lambda_{t+j} (1 - \tau_{t+j}^h) w_{t+j}}{\tilde{\mu}_{t+j}} \left[h_{t+j} - h_{t+j}^d \int_0^1 \left(\frac{w_{t+j}^i}{w_{t+j}} \right)^{-\tilde{\eta}} di \right] \\ & \left. + \lambda_{t+j} \tilde{q}_{t+j} \left[(1 - \delta) k_{t+j} + i_{t+j} \left[1 - \mathcal{S} \left(\frac{i_{t+j}}{i_{t+j-1}} \right) \right] - k_{t+j+1} \right] \right\} \end{aligned}$$

As condições de primeira ordem para c_t , x_{t+1}^h , h_t , k_{t+1} , i_t , m_t^h , u_t e w_t^j , nesta ordem, são dados por:

$$U_c(c_t - bc_{t-1}, h_t) - b\beta E_t U_c(c_{t+1} - bc_t, h_{t+1}) = \lambda_t [1 + l(v_t) + v_t l'(v_t)] \quad (10)$$

$$\lambda_t r_{t,t+1} = \beta \lambda_{t+1} \frac{P_t}{P_{t+1}} \quad (11)$$

$$-U_h(c_t - bc_{t-1}, h_t) = \frac{\lambda_t (1 - \tau_t^h) w_t}{\tilde{\mu}_t} \quad (12)$$

$$\lambda_t \tilde{q}_t = \beta E_t \lambda_{t+1} \left[(1 - \tau_{t+1}^h) [r_{t+1}^k u_{t+1} - a(u_{t+1})] + \tilde{q}_{t+1} (1 - \delta) + \delta q_{t+1} \tau_{t+1}^k \right] \quad (13)$$

$$\lambda_t = \lambda_t \tilde{q}_t \left[1 - \mathcal{S} \left(\frac{i_t}{i_{t-1}} \right) - \left(\frac{i_t}{i_{t-1}} \right) \mathcal{S}' \left(\frac{i_t}{i_{t-1}} \right) \right] + \beta E_t \lambda_{t+1} \tilde{q}_{t+1} \left(\frac{i_{t+1}}{i_t} \right)^2 \mathcal{S}' \left(\frac{i_{t+1}}{i_t} \right)^2 \quad (14)$$

$$v_t^2 l' \left(v_t = 1 - \beta E_t \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t \pi_{t+1}} \right) \quad (15)$$

$$r_t^k = a' (u_t) \quad (16)$$

$$w_t^i = \begin{cases} \tilde{w}_t & \text{se } w_t^i \text{ é escolhido otimamente em } t \\ w_{t+1}^i \pi_{t-1}^{\tilde{X}} / \pi_t & \text{caso contrário} \end{cases}$$

onde \tilde{w}_t denota o salário real vigente em $1 - \tilde{\alpha}$ mercados de trabalho, nas quais o sindicato pode escolher salários otimamente no período t . Seja \tilde{h}_t o nível de emprego ofertado a estes mercados. Como a curva de demanda de trabalho que o sindicato se depara é idêntica entre todos os mercados de trabalho, devido ao fato de que o custo de ofertar trabalho é o mesmo em todos os mercados, pode-se assumir que as taxas de salário, \tilde{w}_t , e \tilde{h}_t sejam idênticos em todos os mercados. Pela equação (5), temos que $\tilde{w}_t^{\tilde{\eta}} \tilde{h}_t = \tilde{w}_t^{\tilde{\eta}} h_t^d$, utilizado para acompanhar a evolução dos salários reais em um mercado específico. Em qualquer mercado de trabalho j onde o salário é escolhido de forma ótima em t , o salário real naquele período é \tilde{w}_t . Se em qualquer período $t + 1$ os salários não reotimizamos, o salário real é $\tilde{w}_t \prod_{k=1}^s \left(\frac{\pi_{t+k}^{\tilde{X}}}{\pi_{t+k}} \right)$. Para derivar a condição de primeira ordem do consumidor com relação a taxa de salário nestes mercados onde a taxa de salário é escolhida ótimamente no primeiro período, é conveniente reproduzir as partes do Lagrangeano que são relevantes para tal propósito:

$$\mathcal{L}^w = E_t \sum_{s=0}^{\infty} (\tilde{\alpha}\beta)^s \lambda_{t+s} (1 - \tau_{t+s}^h) h_{t+s}^d w_{t+s}^{\tilde{\eta}} \prod_{k=1}^s \left(\frac{\pi_{t+k}}{\pi_{t+k-1}^{\tilde{X}}} \right)^{\tilde{\eta}} \left[\tilde{w}_t^{1-\tilde{\eta}} \prod_{k=1}^s \left(\frac{\pi_{t+k}}{\pi_{t+k-1}^{\tilde{X}}} \right)^{-1} \right] - \frac{w_{t+s}}{\tilde{\mu}_{t+s}} \tilde{w}_t^{-\tilde{\eta}}$$

A condição de primeira ordem com relação a \tilde{w}_t é:

$$0 = E_t \sum_{s=0}^{\infty} (\tilde{\alpha}\beta)^s \lambda_{t+s} w_{t+s}^{\tilde{\eta}} h_{t+s}^d \prod_{k=1}^s \left(\frac{\pi_{t+k}}{\pi_{t+k-1}^{\tilde{X}}} \right)^{\tilde{\eta}} \left[\frac{\tilde{\eta}-1}{\tilde{\eta}} \frac{(1-\tau_{t+s}^h) \tilde{w}_t}{\prod_{k=1}^s \left(\frac{\pi_{t+k}}{\pi_{t+k-1}^{\tilde{X}}} \right)} - \frac{w_{t+s} (1-\tau_{t+s}^h)}{\tilde{\mu}_{t+s}} \right]$$

Utilizando a equação (12) para eliminar $\tilde{\mu}_{t+s}$, obtém-se que o salário real \tilde{w}_t deve satisfazer:

$$0 = E_t \sum_{s=0}^{\infty} (\tilde{\alpha}\beta)^s \lambda_{t+s} \left(\frac{\tilde{w}_{t+s}}{w_{t+s}} \right) h_{t+s}^d \prod_{k=1}^s \left(\frac{\pi_{t+k}}{\pi_{t+k-1}^{\tilde{X}}} \right)^{\tilde{\eta}} \left[\frac{\tilde{\eta}-1}{\tilde{\eta}} \frac{(1-\tau_{t+s}^h) \tilde{w}_t}{\prod_{k=1}^s \left(\frac{\pi_{t+k}}{\pi_{t+k-1}^{\tilde{X}}} \right)} - \frac{-U_{ht+s}}{\lambda_{t+s}} \right]$$

A interpretação desta expressão é de que em mercados de trabalho nas quais a taxa de salário é reotimizada em t o salário deve ser escolhido de tal maneira que se iguale a expectativa futura do sindicato da receita marginal após taxas e o custo marginal de ofertar trabalho. A receita marginal após taxar s períodos depois de reotimizar o último salário é dada por $\frac{\tilde{\eta}-1}{\tilde{\eta}} (1 - \tau_{t+s}^h) \tilde{w}_t \prod_{k=1}^s \left(\frac{\pi_{t+k}^{\tilde{X}}}{\pi_{t+k}} \right)$. Onde $\frac{\tilde{\eta}}{\tilde{\eta}-1}$ representa o *markup* sobre o custo marginal do trabalho caso não houvesse rigidez nos salários. O fator $\prod_{k=1}^s \left(\frac{\pi_{t+k}^{\tilde{X}}}{\pi_{t+k}} \right)$ reflete o fato de que os salários reais declinam enquanto os preços se elevarem, caso não haja uma reotimização, quando os salários sejam indexados de maneira imperfeita. O custo marginal de ofertar trabalho é simplesmente a taxa marginal de substituição entre consumo e lazer, ou seja $\frac{-U_{ht+s}}{\lambda_{t+s}} = \frac{(1-\tau_{t+s}^h)w_{t+s}}{\tilde{\mu}_{t+s}}$. A variável $\tilde{\mu}_t$ pode ser interpretada como o *markup* médio que sindicatos impõe sobre o mercado de trabalho. Os pesos utilizados, para calcular a diferença média entre a receita marginal e o custo marginal são decrescentes no tempo, e crescentes no montante de oferta de trabalho para o mercado. Faz-se necessário escrever a equação de escolha dos salários em sua forma recursiva, para isto, defina-se:

$$f_t^1 = \left(\frac{\tilde{\eta}-1}{\tilde{\eta}} \right) \tilde{w}_t E_t \sum_{s=0}^{\infty} (\tilde{\alpha}\beta)^s \lambda_{t+s} (1 - \tau_{t+s}^h) \left(\frac{w_{t+s}}{\tilde{w}_t} \right)^{\tilde{\eta}} h_{t+s}^d \prod_{k=1}^s \left(\frac{\pi_{t+k}}{\pi_{t+k-1}^{\tilde{X}}} \right)^{\tilde{\eta}-1}$$

e

$$f_t^2 = -\tilde{w}_t^{-\tilde{\eta}} E_t \sum_{s=0}^{\infty} (\tilde{\alpha}\beta)^s \tilde{w}_{t+s}^{-\tilde{\eta}} h_{t+s}^d U_{ht+s} \prod_{k=1}^s \left(\frac{\pi_{t+k}}{\pi_{t+k-1}^{\tilde{X}}} \right)^{\tilde{\eta}}$$

Pode-se expressar recursivamente f_t^1 e f_t^2 como:

$$f_t^1 = \left(\frac{\tilde{\eta}-1}{\tilde{\eta}} \right) \tilde{w}_t \lambda_t (1 - \tau_t^h) \left(\frac{w_t}{\tilde{w}_t} \right)^{\tilde{\eta}} h_t^d + \tilde{\alpha}\beta E_t \left(\frac{\pi_{t+1}}{\pi_t^{\tilde{X}}} \right)^{\tilde{\eta}-1} \left(\frac{\tilde{w}_{t+1}}{\tilde{w}_t} \right) f_{t+1}^1 \quad (17)$$

$$f_t^2 = -U_{ht} \left(\frac{w_t}{\tilde{w}_t} \right)^{\tilde{\eta}} h_t^d \tilde{\alpha}\beta E_t \left(\frac{\pi_{t+1}}{\pi_t^{\tilde{X}}} \right)^{\tilde{\eta}} \left(\frac{\tilde{w}_{t+1}}{\tilde{w}_t} \right)^{\tilde{\eta}} f_{t+1}^2 \quad (18)$$

Dadas estas definições tem-se que a equação de escolha de salário é:

$$f_t^1 = f_t^2 \quad (19)$$

Tomando a taxa de juros nominal bruta livre de risco, R_t , e atribuindo uma ausência de oportunidade de arbitragem nos mercados financeiros, requer que R_t seja igual ao recíproco do preço no período t de um seguro nominal que paga uma unidade a mais de moeda em todo estado do período $t+1$. Ou seja, $R_t = 1/E_t r_{t,t+1}$. Isto implica que a escolha ótima do consumidor implica uma preferência por liquidez cuja função tem um relação negativa entre encaixes reais e a taxa de juros nominal de curto prazo. A última relação apresentada, juntamente, com a condição de otimalidade do consumidor (11) implica que:

$$\lambda_t = \beta R_t E_t \frac{\lambda_{t+1}}{\pi_{t+1}} \quad (20)$$

Segundo Schmitt-Grohé e Uribe (2005) esta expressão é uma equação de Euler padrão para o preço de ativos nominais livre de risco. Combinando-a com as equações (10) e (15), obtém-se:

$$v_t^2 l'(v_t) = 1 - \frac{1}{R_t}$$

O lado direito desta equação é o custo de oportunidade de manter moeda que é uma função crescente da taxa de juros nominal. O lado esquerdo é crescente na velocidade da moeda, dados os pressupostos da função l . Assim, esta expressão define uma função de preferência pela liquidez que é decrescente na taxa nominal de juros e tem elasticidade igual a um no consumo.

2.2.2 Firms

Há um contínuo de firmas $i \in [0, 1]$ que utilizam serviços de capital, k_{it} , e trabalho, h_{it} , em sua produção. Cada variedade dos bens finais é produzida por uma única firma em um ambiente de competição monopolística. A tecnologia de produção desta economia é:

$$z_t = F(k_{it}, h_{it}) - \psi$$

assume-se que a função F é homogênea de grau 1, côncava, e estritamente crescente nos serviços de capital e trabalho. A variável z_t denota um choque de produtividade agregado, exógeno e estocástico cuja lei de movimento é dada por:

$$\ln z_t = \rho_z \ln z_{t-1} + \epsilon_t^z \quad (21)$$

onde $\rho_z \in (-1, 1)$ e ϵ_t^z é uma variável aleatória i.i.d com média zero e desvio padrão σ_{ϵ_z} . O parâmetro $\psi > 0$ representam os custos de fixo de operação de uma firma em

cada período. Esta equação implica que a função de produção exibe retornos crescentes de escala.

A demanda agregada pelo bem i , denotada por y_{it} é dada por:

$$y_{it} = (P_{it}/P_t)^{-\eta} y_t$$

onde

$$y_t \equiv c_t [1 + l(v_t)] + i_t + g_t + a(u_t) k_t \quad (22)$$

denota a absorção agregada. A variável g_t denota consumo do governo do bem agregado no tempo t .

A demanda por moeda das firmas é de tal maneira que impõe-se que o pagamento de salários seja sujeita a uma restrição do tipo *cash-in-advance*:

$$m_{it}^f \geq v w_t h_{it} \quad (23)$$

onde m_{it}^f denota a demanda por encaixes monetários reais pela firma i no período t e $v \geq 0$ é um parâmetro indicando a fração dos salários composta por ativos monetários.

As firmas pagam imposto de renda sobre lucros operacionais, $\left(\frac{P_{it}}{P_t}\right)^{1-\eta} y_t - r_t^k k_{it} - w_t h_{it} - \phi_{it} - (1 - R_t^{-1}) m_{it}^f$. Onde a variável ϕ_{it} denota o pagamento de dividendos reais pela firma i aos consumidores no período t . Há um custo financeiro $(1 - R_t^{-1}) m_{it}^f$ dada pela necessidade de capital de giro das firmas.

A restrição orçamentária da firma i período-a-período é dada por:

$$E_t r_{t,t+1} x_{it+1}^f + m_{it}^f - \frac{x_{it}^f + m_{it-1}^f}{\pi_t} = (1 - \tau_t^k) \left[\left(\frac{P_{it}}{P_t}\right)^{1-\eta} y_t - r_t^k k_{it} - w_t h_{it} - \phi_{it} \right] + \tau_t^k (1 - R_t^{-1}) m_{it}^f$$

Onde $E_t r_{t,t+1} x_{it+1}^f$ denota o custo real total de ativos estado-contingentes de um período que a firma compra em t em termos do bem agregado. De forma implícita, esta restrição orçamentária, especifica que a firma aluga serviços de capital de um mercado centralizado. Este pressuposto é comum na literatura, veja por exemplo: Christiano, Eichenbaum e Evans (2005), Kollmann (2003), Carlstrom e Fuerst (2005) e Rotemberg e Woodford (1998). Outro pressuposto chave é que o capital é específico por setor como em Woodford (2003) e Sveen e Weinke (2003). Assume-se que a firma deve satisfazer a demanda ao preço fixado, ou seja:

$$z_t F(k_{it}, h_{it}) - \psi \geq \left(\frac{P_{it}}{P_t}\right)^{-\eta} y_t \quad (24)$$

Tem-se como objetivo da firma escolher planos de contingência para P_{it} , h_{it} , k_{it} , x_{it+1}^f e m_{it}^f para maximizar o valor presente descontado de pagamento de dividendos, dado por:

$$E_t \sum_{s=0}^{\infty} r_{t,t+s} P_{t+s} \phi_{it+s}$$

onde, $r_{t,t+s} \equiv \prod_{k=1}^s r_{t+k-1,t+k}$ para $s \geq 1$, denota o fator de desconto nominal estocástico entre t e $t+s$ e $r_{t,t} \equiv 1$. Outro pressuposto é de que não há *Ponzi game*.

Da maneira como foi formulado, o fator de desconto nominal estocástico representa também o preço de mercado de ativos financeiros mantidos. Isso se deve ao fato de que a função objetivo da firma é linear nestes ativos. Tem-se, então, que qualquer plano de contingência que satisfaça a restrição de *no-Ponzi game* é ótima. Para verificar isto suponha, sem perda de generalidade, que cada firma gereencie seu portfólio garantindo que no início de cada período sua posição seja nula. Formalmente tem-se que: $x_{it+1}^f + m_{it}^f = 0$ para todas as datas e estados. Assim os dividendos distribuídos têm a seguinte forma:

$$\phi_{it} = \left(\frac{P_{it}}{P_t} \right)^{1-\eta} y - r_t^k k_{it} - w_t h_{it} - (1 - R_t^{-1}) m_{it}^f \quad (25)$$

Impõe-se a condição inicial de que $x_{i0}^f + m_{i-1}^f = 0$ para que a expressão acima valha no período zero. O último termo do lado direito da expressão representa os custos financeiros da firma associado à restrição *cash-in-advance* sobre os salários. O custo financeiro é crescente em $1 - R_t^{-1}$ que é uma função crescente da taxa de juros nominal R_t .

Em nossa análise, foca-se em um equilíbrio caracterizado por uma taxa de juros nominal estritamente positiva. Isto implica que a restrição (23) sempre será ativa. Fazendo $r_{t,t+s} P_{t+s} m_{it+s}$ ser o multiplicador de Lagrange associado com a restrição (24), as condições de primeiro ordem do problema de maximização da firma com respeito ao serviços de capital e trabalho, respectivamente:

$$m_{it} z_t F_h(k_{it}, h_{it}) = w_t \left[1 + \nu \frac{R_t - 1}{R_t} \right] \quad (26)$$

e

$$m_{it} z_t F_k(k_{it}, h_{it}) = r_t^k \quad (27)$$

As condições de otimalidade exigem que a presença de um requerimento de capital de trabalho, introduz um custo financeiro de trabalho que é crescente na taxa nominal de juros. Nota-se ainda, que por causa das firmas se depararem com os mesmos preços dos fatores e devido ao fato de que eles têm acesso à mesma tecnologia de produção (com a função F sendo linearmente homogênea e custos marginais, m_{it} , sendo idênticos através das firmas). De fato, porque as condições de primeira ordem se mantêm para todas as firmas, independentemente, de serem permitidas ou não de escolherem preços de forma ótima, custos marginais são idênticos através de todas as firmas na economia.

Assume-se que os preços são rígidos à la Calvo (1983) e Yun (1996). Isto quer dizer que em cada período $t \geq 0$ uma fração $\alpha \in [0, 1)$ de firmas aleatórias não escolhem o preço nominal do bem que produzem otimamente. Ao invés, estas firmas indexam seus preços à inflação passada de acordo com a regra $P_{it} = P_{it-1}\pi_{t-1}^\chi$. O parâmetro χ pode ser interpretado como a contraparte salarial $\tilde{\chi}$. As $1 - \alpha$ firmas restantes escolhem preços otimamente. Tomando o problema de uma firma de reotimizar o preço no período t . Este preço, denotado por \tilde{P}_t é escolhido de tal maneira que maximize o valor presente descontado dos lucros. Formalmente temos:

$$\begin{aligned} \mathcal{L} = & E_t \sum_{s=0}^{\infty} r_{t,t+s} P_{t+s} \alpha^s \left\{ \left(\frac{\tilde{P}_t}{P_t} \right)^{1-\eta} \prod_{k=1}^s \left(\frac{\pi_{t+k-1}^\chi}{\pi_{t+k}} \right)^{1-\eta} y_{t+s} - r_{t+s}^k k_{it+s} - \right. \\ & - w_{t+s} h_{it+s} [1 + \nu (1 - R_{t+s}^{-1})] + \\ & \left. + mc_{it+s} \left[z_{t+s} F(k_{it+s}, h_{it+s}) - \psi - \left(\frac{\tilde{P}_t}{P_t} \right)^{-\eta} \prod_{k=1}^s \left(\frac{\pi_{t+k-1}^\chi}{\pi_{t+k}} \right)^{-\eta} y_{t+s} \right] \right\} \end{aligned}$$

A condição de primeira ordem em relação a \tilde{P}_t é:

$$E_t \sum_{s=0}^{\infty} r_{t,t+s} P_{t+s} \alpha^s \left(\frac{\tilde{P}_t}{P_t} \right)^{-\eta} \prod_{k=1}^s \left(\frac{\pi_{t+k-1}^\chi}{\pi_{t+k}} \right)^{-\eta} y_{t+s} \left[\frac{\eta-1}{\eta} \left(\frac{\tilde{P}_t}{P_t} \right) \prod_{k=1}^s \left(\frac{\pi_{t+k-1}^\chi}{\pi_{t+k}} \right) - mc_{it+s} \right] = 0 \quad (28)$$

Esta expressão indica que firmas otimizadoras escolhem preços nominais, igualando as receitas marginais esperadas futuras médias aos custos marginais esperados futuros médios. Estas médias têm pesos decrescentes no tempo e crescentes no tamanho da demanda, pelo bem produzido pela firma. Sob preços flexíveis ($\alpha = 0$), a condição de otimalidade se reduz à uma relação estática igualando custo marginal à receita marginal período a período.

Expressando a condição de primeira ordem recursivamente temos:

$$x_t^1 \equiv E_t \sum_{s=0}^{\infty} r_{t,t+s} \alpha^s y_{t+s} mc_{it+s} \left(\frac{\tilde{P}_t}{P_t} \right)^{-\eta-1} \prod_{k=1}^s \left(\frac{\pi_{t+k-1}^\chi}{\pi_{t+k}} \right)^{-\eta}$$

e

$$x_t^2 \equiv E_t \sum_{s=0}^{\infty} r_{t,t+s} \alpha^s y_{t+s} \left(\frac{\tilde{P}_t}{P_t} \right)^{-\eta} \prod_{k=1}^s \left(\frac{\pi_{t+k}^\chi}{\pi_{t+k}^{\eta/(\eta-1)}} \right)^{1-\eta}$$

Expressando x_t^1 e x_t^2 recursivamente como:

$$x_t^1 = y_t m c_t \tilde{p}_t^{-\eta-1} + \alpha \beta E_t \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} (\tilde{p}_t / \tilde{p}_{t+1})^{-\eta-1} \left(\frac{\pi_t^\chi}{\pi_{t+1}} \right)^{-\eta} x_{t+1}^1 \quad (29)$$

$$x_t^2 = y_t \tilde{p}_t^{-\eta} + \alpha \beta E_t \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} \left(\frac{\pi_t^\chi}{\pi_{t+1}} \right)^{1-\eta} \left(\frac{\tilde{p}_t}{\tilde{p}_{t+1}} \right)^{-\eta} x_{t+1}^2 \quad (30)$$

Assim, pode-se escrever a condição de primeira ordem com respeito a \tilde{P}_t como:

$$\eta x_t^1 = (\eta - 1) x_t^2 \quad (31)$$

O insumo trabalho utilizado pela firma $i \in [0, 1]$, denotado h_{it} , é assumido como sendo um agregado de um contínuo de serviços de trabalho diferenciados, h_{it}^j indexado por $j \in [0, 1]$. Formalmente:

$$h_{it} = \left[\int_0^1 h_{it}^{j1-1/\tilde{\eta}} dj \right]^{1/(1-1/\tilde{\eta})} \quad (32)$$

onde o parâmetro $\tilde{\eta} > 1$ denota a elasticidade intertemporal de substituição entre diferentes tipos de atividade. Para qualquer nível de h_{it} , a demanda para cada variedade de trabalho $j \in [0, 1]$ no período t deve resolver o problema dual de minimização do custo total do trabalho, $\int_0^1 W_t^j h_{it}^j dj$, sujeito a constante de agregação (32), onde W_t^j denota a taxa nominal de salários paga por trabalho de variedade j no tempo t . A demanda ótima por trabalho do tipo j é dada por :

$$h_{it}^j = \left(\frac{W_t^j}{W_t} \right)^{-\tilde{\eta}} h_{it} \quad (33)$$

onde W_t é um índice nominal de salários dado por:

$$W_t \equiv \left[\int_0^1 W_t^{j1-\tilde{\eta}} dj \right]^{\frac{1}{1-\tilde{\eta}}} \quad (34)$$

Este índice tem a propriedade de que o custo mínimo de uma cesta de trabalho intermediário fornecendo h_{it} unidades de trabalho composto é dado por $W_t h_{it}$.

2.2.3 O Governo

Nesta economia, supõe-se que o governo consome g_t unidades do bem agregado. Este consumo é exógeno, e seu logaritmo segue um processo auto-regressivo de primeira ordem da seguinte forma:

$$\ln(g_t/\bar{g}) = \rho_g \ln(g_{t-1}/\bar{g}) + \epsilon_t^g \quad (35)$$

onde $\rho_g \in (-1, 1)$ e $\bar{g} > 0$ são parâmetros, e ϵ_t^g é uma inovação i.i.d. com média zero, desvio padrão σ_{ϵ^g} e suporte limitado. \bar{g} é um parâmetro que representa o nível de absorção do governo não-estocástico de estado estacionário. A demanda pública por cada variedade $i \in [0, 1]$ de bem diferenciado g_{it} é dado por $g_{it} = (P_{it}/P_t)^{-\eta} g_t$, pois assume-se que o governo minimiza o custo de produzir g_t . O governo ainda gasta com transferências para os indivíduos no montante n_t , sendo esta exógena e cuja lei de movimento é:

$$\ln(n_t/\bar{n}) = \rho_n \ln(n_{t-1}/\bar{n}) + \epsilon_t^n \quad (36)$$

onde $\rho_n \in (-1, 1)$ e $\bar{n} > 0$ são parâmetros e ϵ_t^n é uma inovação i.i.d com média zero, desvio padrão σ_{ϵ^n} e suporte limitado. O parâmetro \bar{n} o nível de transferências do governo de estado estacionário.

O total de receitas geradas por taxas é dada por $\tau_t \equiv \tau_t^k [\tau_t^k u_t - a(u_t) - q_t \delta] k_t + \tau_t^h h_t^d \int_0^1 w_t^j (w_t^j/w_t)^{-\bar{\eta}} dj + \tau_t^\phi \phi_t$. A emissão de moeda do governo em termos reais é dada por $m_t \equiv m_t^h + \int_0^1 m_{it}^f di$. A autoridade fiscal cobre déficits emitindo títulos nominais livres de risco de um período, B_t . A restrição orçamentária do governo período-a-período é $b_t - (R_{t-1}/\pi_t) b_{t-1} + m_t - m_{t-1}/\pi_t = g_t + n_t - \tau_t$. Escrevendo $a_t \equiv R_t b_t + m_t$ pode-se reescrever a restrição orçamentária do governo como:

$$\frac{a_t}{R_t} + m_t (1 - R_t^{-1}) + \tau_t = \frac{a_{t-1}}{\pi_t} + g_t + n_t \quad (37)$$

2.2.4 Agregação

O foco deste estudo é em um equilíbrio simétrico no qual se as firmas mudam preços otimamente em um dado período de tempo, escolhem o mesmo preço. Segue, portanto, de (4) que o índice de preços agregado pode ser escrito como $P_t^{1-\eta} = \alpha (P_{t-1} \pi_{t-1}^x)^{1-\eta} + (1-\alpha) \tilde{P}_t^{1-\eta}$. Dividindo esta expressão por $P_t^{1-\eta}$ obtém-se:

$$1 = \alpha \pi_t^{\eta-1} \pi_{t-1}^{\chi(1-\eta)} + (1-\alpha) \tilde{p}_t^{1-\eta} \quad (38)$$

No equilíbrio o valor do preço sombra do capital, \tilde{q}_t , deve ser igual ao valor de mercado do capital, q_t .

$$q_t = \tilde{q}_t \quad (39)$$

2.2.4.1 Market clearing no mercado de bens finais

O modelo proposto por Schmitt-Grohé e Uribe (2005), implica dispersão dos preços relativos entre variedades de bens, portanto, a restrição de recurso do tipo: $z_t F(k_{it}, h_{it}) - \psi = c_t [1 + l(v_t)] + i_t + g_t + a(u_t) k_t$ que é típica em um conjunto de condições de equilíbrio não é válida. Tal dispersão, deve-se a rigidez nos preços assumida. O que implica uma perda de produto. Para visualizar isto tome a expressão de que a oferta deve-se igualar à demanda:

$$z_t F(k_{it}, h_{it}) - \psi = [c_t + l(v_t) c_t + i_t + g_t + a(u_t) k_t] \left(\frac{P_{it}}{P_t}\right)^{-\eta}$$

Integrando sobre todas as firmas e levando em consideração que:

(a) A razão capital-trabalho é comum entre as firmas

(b) A demanda agregada por trabalho agregado, h_t^d , satisfaz:

$$h_t^d = \int_0^1 h_{it} di$$

(c) E que o nível de capital agregado efetivo, $u_t k_t$, satisfaz:

$$u_t k_t = \int_0^1 k_{it} di$$

obté-m-se

$$h_t^d z_t F\left(\frac{u_t k_t}{h_t^d}, 1\right) - \psi = [c_t + l(v_t) c_t + i_t + g_t + a(u_t) k_t] \int_0^1 \left(\frac{P_{it}}{P_t}\right)^{-\eta} di$$

Seja $s_t \equiv \int_0^1 \left(\frac{P_{it}}{P_t}\right)^{-\eta} di$ então tem-se

$$\begin{aligned} s_t &= \int_0^1 \left(\frac{P_{it}}{P_t}\right)^{-\eta} di \\ &= (1 - \alpha) \left(\frac{\tilde{P}_t}{P_t}\right)^{-\eta} + (1 - \alpha) \alpha \left(\frac{\tilde{P}_{t-1} \pi_{t-1}^\chi}{P_t}\right)^{-\eta} + (1 - \alpha) \alpha^2 \left(\frac{\tilde{P}_{t-2} \pi_{t-1}^\chi \pi_{t-2}^\chi}{P_t}\right)^{-\eta} + \dots \\ &= (1 - \alpha) \sum_{j=0}^{\infty} \alpha^j \left(\frac{\tilde{P}_{t-j} \prod_{s=1}^j \pi_{t-j-1+s}^\chi}{P_t}\right)^{-\eta} \\ &= (1 - \alpha) \tilde{p}_t^{-\eta} + \alpha \left(\frac{\pi_t}{\pi_{t-1}^\chi}\right)^\eta s_{t-1} \end{aligned}$$

De maneira resumida a restrição do recurso no modelo é dado pelas seguintes expressões:

$$z_t F(u_t k_t, h_t^d) - \psi = [c_t + l(v_t) c_t + i_t + g_t + a(u_t) k_t] s_t \quad (40)$$

$$s_t = (1 - \alpha) \tilde{p}_t^{-\eta} + \alpha \left(\frac{\pi_t}{\pi_{t-1}^\chi} \right) s_{t-1} \quad (41)$$

com s_{-1} dado. A variável de estado s_t mede o custo gerado dispersão de preços ineficiente caracterizada no modelo de Calvo em equilíbrio. A medida de dispersão de preço, s_t , possui três características: Primeiramente, possui limite inferior igual a 1, ou seja, a dispersão de preços é sempre uma distorção que gera custos. Observa-se isto, dado que $v_{it} \equiv (P_{it}/P_t)^{1-\eta}$ e segue-se da definição do índice de preços dado pela equação (4) que $\left[\int_0^1 v_{it} \right]^{\eta/(\eta-1)} = 1$. Também pela definição tem-se que $s_t = \int_0^1 v_{it}^{\eta/(\eta-1)}$. Portanto, tomando que $\eta/(\eta-1) > 1$, A desigualdade de Jensen implica que $1 = \left[\int_0^1 v_{it} \right]^{\eta/(\eta-1)} \leq \int_0^1 v_{it}^{\eta/(\eta-1)} = s_t$. Em segundo lugar em uma economia cujo nível de inflação é nulo, ou seja, $\pi = 1$, ou onde os preços são totalmente indexados a qualquer variável ω_t onde o valor de seu estado estacionário determinístico é igual ao valor determinístico do estado estacionário da inflação, isto é, $\pi = \omega$, a variável s_t , segue um processo autoregressivo univariado $\hat{s}_t = \alpha \hat{s}_{t-1}$. Nestes casos s_t não tem consequências reais de primeira ordem para a estacionariedade de quaisquer variáveis endógenas no modelo. Isto quer dizer, que pode-se ignorar a variável s_t em estudos de aproximação linear das condições de equilíbrio, caso não haja dispersão de preços no estado estacionário determinístico. Mas quando o estado estacionário determinístico, apresenta movimentos nos preços relativos entre as variedades de bens, s_t , importa. Em aproximações de maior ordem das condições de equilíbrio, a dispersão de preços deve ser levada em conta, mesmo se os preços relativos forem estáveis no estado estacionário determinístico. Quando os preços são totalmente flexíveis, $\alpha = 0$, temos que $\tilde{p}_t = 1$ e assim $s_t = 1$.

Como fora discutido, os custos marginais de equilíbrio e a razão capital-trabalho são idênticas entre as firmas. Logo, pode-se agregar as condições de otimalidade da firma com respeito ao trabalho e ao capital, equações (26) e (27), como:

$$\text{mc}_t z_t F_h(u_t k_t, h_t^d) = w_t \left[1 + \nu \frac{R_t - 1}{R_t} \right] \quad (42)$$

e

$$\text{mc}_t z_t F_k(u_t k_t, h_t^d) = r_t^k \quad (43)$$

2.2.4.2 *Market clearing* no mercado de trabalho

Segue da equação (33) que a demanda agregada para o trabalho do tipo $j \in [0, 1]$, denotado por $h_t^j \equiv \int_0^1 h_{it}^j di$, é dado por:

$$h_i^j = \left(\frac{W_t^j}{W_t} \right)^{-\tilde{\eta}} h_t^d \quad (44)$$

onde $h_t^d \equiv \int_0^1 h_{it} di$ denota a demanda agregada pelo insumo composto trabalho. Como em qualquer ponto no tempo, o salário nominal é idêntico entre os mercados de trabalho, onde mudam de forma ótima, a demanda por trabalho em cada mercado é:

$$\tilde{h}_t = \left(\frac{\tilde{w}_t}{w_t}\right)^{-\tilde{\eta}} h_t^d$$

Tomando esta expressão com a equação (44) e com a restrição de tempo (6), pode-se escrever:

$$h_t = (1 - \tilde{\alpha}) h_t^d \sum_{s=0}^{\infty} \tilde{\alpha}^s \left(\frac{\tilde{W}_{t-s} \prod_{k=1}^s \tilde{\pi}_{t+k-s-1}^{\tilde{\chi}}}{W_t} \right)^{-\tilde{\eta}}$$

Seja $\tilde{s}_t \equiv (1 - \tilde{\alpha}) \sum_{s=0}^{\infty} \tilde{\alpha}^s \left(\frac{\tilde{W}_{t-s} \prod_{k=1}^s \tilde{\pi}_{t+k-s-1}^{\tilde{\chi}}}{W_t} \right)^{-\tilde{\eta}}$ a medida do grau de dispersão dos salários entre diferentes tipos de trabalho. A expressão anterior pode ser escrita como:

$$h_t = \tilde{s}_t h_t^d \quad (45)$$

A variável de estado \tilde{s}_t evolui no tempo de acordo com:

$$\tilde{s}_t = (1 - \tilde{\alpha}) \left(\frac{\tilde{w}_t}{w_t} \right)^{-\tilde{\eta}} + \tilde{\alpha} \left(\frac{w_{t-1}}{w_t} \right)^{-\tilde{\eta}} \left(\frac{\pi_t}{\pi_{t-1}^{\tilde{\chi}}} \right)^{\tilde{\eta}} \tilde{s}_{t-1} \quad (46)$$

Como todas as variedades de trabalho são idênticas, qualquer dispersão nos salários é ineficiente. Isto pode ser visto pois, \tilde{s}_t pode ser escrito como $\tilde{s}_t = \int_0^1 \left(\frac{W_{it}}{W_t} \right)^{-\tilde{\eta}} di$. Esta ineficiência faz com que h_t , seja sempre maior que h_t^d . Em um ambiente sem dispersão salarial de longo prazo, acarreta um peso morto até a primeira ordem. Formalmente, uma aproximação da lei de movimento de \tilde{s}_t fornece um processo autoregressivo univariado cuja forma é: $\hat{\tilde{s}}_t = \tilde{\alpha} \hat{\tilde{s}}_{t-1}$, enquanto não haja dispersão salarial no estado estacionário determinístico. Quando os salários são perfeitamente flexíveis, $\tilde{\alpha} = 0$, a dispersão salarial é nula e então $\tilde{s}_t = 1$.

Segue de (34) que o salário real de equilíbrio deve satisfazer:

$$w_t^{1-\tilde{\eta}} = (1 - \tilde{\alpha}) \tilde{w}_t^{1-\tilde{\eta}} + \tilde{\alpha} w_{t-1}^{1-\tilde{\eta}} \left(\frac{\pi_{t-1}^{\tilde{\chi}}}{\pi_t} \right)^{1-\tilde{\eta}} \quad (47)$$

Agregando esta expressão a equação (25) tem-se:

$$\phi_t = y_t = r_t^k u_t k_t - w_t h_t^d - \nu \left(1 - R_t^{-1} \right) w_t h_t^d \quad (48)$$

No equilíbrio, as taxas e os encaixes monetários podem ser expressos como:

$$m_t - m_t^h + \nu w_t h_t^d \quad (49)$$

e

$$\tau_t \equiv \tau_t^k \left[r_t^k u_t - a(u_t) - q_t \delta \right] k_t + \tau_t^h h_t^d w_t + \tau_t^\phi \phi_t \quad (50)$$

2.2.5 Equilíbrio Competitivo

Segundo Schmitt-Grohé & Uribe (2005) um equilíbrio competitivo estacionário, para este modelo, é um conjunto de processos $u_t, c_t, h_t, i_t, k_{t+1}, v_t, m_t^h, m_t, a_t, \lambda_t, \pi_t, w_t, \tilde{\mu}_t, q_t, \tilde{q}_t, r_t^k, \phi_t, f_t^1, f_t^2, \tilde{w}_t, h_t^d, y_t, mc_t, x_t^1, x_t^2, \tilde{p}_t, s_t, \tilde{s}_t, \tau_t, \tau_t^h, \tau_t^k, \tau_t^\phi, R_t, z_t, g_t, n_t$, que satisfazem (7), (8),(10),(12)-(22),(29)-(31),(37)-(43) e (45)-(50), dado um regime fiscal e monetário, quatro processos estocásticos $\{\epsilon_t^g, \epsilon_t^z, \epsilon_t^n\}_{t=0}^\infty$ e condições iniciais $z_0, g_0, n_0, c_{-1}, w_{-1}, s_{-1}, \tilde{s}_{-1}, \pi_{-1}, i_{-1}, a_{-1}$ e k_0 .

2.2.6 Equilíbrio de Ramsey

No modelo estudado assume-se que o governo (benevolente, no sentido de Ramsey), no tempo $t = 0$ está operando por um número infinito de períodos. Este governo, ao fazer a escolha da política ótima, assume-se que ele honra seus compromissos passados. Tal forma de compromisso é conhecido na literatura como: “ótimo em uma perspectiva atemporal” (Woodford 2003). Assim, uma política com tal característica é aquela em que, se o policymaker foi inicialmente forçado a assegurar que as variáveis alvo movessem de acordo com a regra, seria ótimo adotar a mesma regra (e a mesma evolução das variáveis alvo) em períodos futuros. Esta foi uma solução que Woodford apontou para o problema de inconsistência temporal que a situação em que o a autoridade fiscal ou monetária tem de agir de uma forma, mas acabam agindo de outra incentivados por ganhos de curto de prazo, ignorando perdas no longo prazo geradas pela incredibilidade que esta postura gera.

Formalmente, Schmitt-Grohé e Uribe (2005) definem um equilíbrio de Ramsey como um conjunto de processos estacionários $s, u_t, c_t, h_t, i_t, k_{t+1}, v_t, m_t^h, m_t, a_t, \lambda_t, \pi_t, w_t, \tilde{\mu}_t, q_t, \tilde{q}_t, r_t^k, \phi_t, f_t^1, f_t^2, \tilde{w}_t, h_t^d, y_t, mc_t, x_t^1, x_t^2, \tilde{p}_t, s_t, \tilde{s}_t, \tau_t, \tau_t^h, \tau_t^k, \tau_t^\phi, R_t, z_t, g_t$ e n_t para $t \geq 0$ que maximiza:

$$E_0 \sum_{t=0}^\infty \beta^t U(c_t - b c_{t-1}, h_t)$$

sujeita as condições de equilíbrio (7), (8),(10),(12)-(22),(29)-(31),(37)-(43) e (45)-(50), $R_t \geq 1$, para $t > -\infty$, dados os processos estocásticos exógenos $\{\epsilon_t^g, \epsilon_t^z, \epsilon_t^n\}_{t=0}^\infty$, valores das variáveis, acima mencionadas, datadas de $t < 0$ e valores dos multiplicadores de Lagrange associados com as restrições datadas de $t < 0$.

Segundo Schmitt-Grohé e Uribe (2005) a diferença entre o conceito usual de equilíbrio de Ramsey e o adotado por eles neste modelo é que as condições de otimalidade associadas ao equilíbrio de Ramsey são tempo-invariantes, Já no conceito tradicional as condições de equilíbrio nos períodos iniciais são diferentes daqueles aplicados em períodos seguintes.

3 Escolha das Formas Funcionais e Estratégia de Calibração

3.1 Formas Funcionais

A escolha do formato da função da função utilidade segue a linha de Schmitt-Grohé e Uribe (2005). Tal formato funcional é padrão em trabalhos DSGE:

$$U = \frac{\left[(c_t - bc_{t-1})^{1-\phi_4} (1 - h_t)^{\phi_4} \right]^{1-\phi_3} - 1}{1 - \phi_3}$$

A forma funcional da tecnologia também é padrão e é do tipo *Cobb-Douglas*:

$$F(k, h) = k^\theta h^{1-\theta}$$

Christiano, Eichenbaum e Evans (2005), utilizam a seguinte forma funcional para os custos de ajustamento do investimento, a qual será aplicada nesta dissertação:

$$\mathcal{S}\left(\frac{i_t}{i_{t-1}}\right) = \frac{\kappa}{2} \left(\frac{i_t}{i_{t-1}} - 1\right)^2$$

Como Schmitt-Grohé e Uribe (2004) fazem, assume-se que o custo de transação da tecnologia tem a seguinte forma:

$$l(v) = \phi_1 v + \phi_2/v - 2\sqrt{\phi_1\phi_2} \quad (51)$$

Dessa forma, segundo Schmitt-Grohé e Uribe (2004), esta função implica um ponto de satisfação para a velocidade da moeda baseada em consumo, \underline{v} , igual a $\sqrt{\phi_2/\phi_1}$. Ainda, a função demanda por moeda implicada pela equação do custo de transação previamente apresentado é da forma:

$$v_t^2 = \frac{\phi_2}{\phi_1} + \frac{1}{\phi_1} \frac{R_t - 1}{R_t}$$

Os autores apontam que a demanda por moeda apresenta elasticidade igual a 1 em relação aos gastos de consumo. Isto ocorre devido ao pressuposto de que os custos de transação, $cl(c/m)$, é uma função homogênea de grau 1 no consumo e nos encaixes reais. Outra fonte de explicação para isso é que a função de demanda é independente da forma funcional escolhida para $l(\cdot)$. Nota-se que no caso em que $\phi_2 \rightarrow \infty$ a função $l(\cdot)$ se torna linear e a demanda por moeda toma a forma da “hipótese da raiz quadrada” proposta por Baumol-Tobin⁸ com relação ao custo de oportunidade de manter moeda, $(R - 1)/R$. Em outras palavras, a elasticidade log-log da demanda por moeda com respeito ao custo de oportunidade de manter moeda converge para 1/2 quando $\phi_2 \rightarrow 0$.

⁸A hipótese proposta por Baumol implica, simplificada, que a demanda das transações por moeda está relacionada à raiz quadrada da renda, assim como com as taxas de juros (BAUMOL, 1952).

Os custos de uma maior utilização da capacidade são parametrizadas segundo a estimação obtida por Christiano, Eichenbaum e Evans (2005) tal como Schmitt-Grohé e Uribe (2005) fazem:

$$a(u) = \gamma_1 (u - 1) + \frac{\gamma_2}{2} (u - 1)^2$$

As condições de equilíbrio anteriormente discutidas apresenta 32 equações e 36 variáveis, sendo 29 delas endógenas:

$$(u_t, c_t, h_t, i_t, k_{t+1}, v_t, m_t^h, m_t, a_t, \lambda_t, \pi_t, w_t, \tilde{\mu}_t, q_t, \tilde{q}_t, \tau_t^k, \phi_t, f_t^1, f_t^2, \tilde{w}_t, h_t^d, y_t, mc_t, x_t^1, x_t^2, \tilde{p}_t, s_t, \tilde{s}_t, \tau_t)$$

4 variáveis de política:

$$(\tau_t^h, \tau_t^k, \tau_t^\phi \text{ e } R_t)$$

e 3 choque exógenos:

$$(z_t, g_t \text{ e } n_t)$$

Além disso, há 4 restrições que definem os regimes fiscal e monetário. Somado a isto, as condições de equilíbrio caracterizam 27 parâmetros:

$$(\phi_1, \phi_2, \phi_3, \phi_4, \gamma_1, \gamma_2, \theta, \kappa, b, \beta, \delta, \tilde{\eta}, \tilde{\alpha}, \eta, \alpha, \chi, \tilde{\chi}, \psi, \nu, \rho_z, \sigma_{\epsilon^z}, \rho_g, \sigma_{\epsilon^g}, \rho_n, \sigma_{\epsilon^n}, \bar{g}, \bar{n})$$

Isto significa, que para obter os valores de *steady-state* das variáveis é preciso impor 31 restrições.

3.2 Dados

Os dados utilizados para calibração do modelo cobrem o período de 1994M7 até 2010M10. O estudo realizado procura estimar as políticas fiscal e monetária ótimas para o período Pós-Plano Real por isso a escolha do corte temporal anteriormente mencionado. A taxa de juros utilizada foi a taxa de juros: Overnight / Selic obtida na base de dados do IPEADATA. Os agregados monetário M1 e M2 tiveram seus valores coletados no: Sistema Gerenciador de Séries Temporais - SGS hospedado no site do Banco Central do Brasil. O produto brasileiro foi obtido na base de dados de contas nacionais do IBGE, assim como os dados de consumo da administração pública. Os dados para investimento doméstico privado bruto foram coletados no banco de dados do Banco Mundial. A taxa de inflação foi medida como a variação percentual do IPCA produzido pelo IBGE e coletado no site do IPEADATA.

3.3 Calibração do Modelo

A calibração dos parâmetros do modelo estudado, exigiu uma revisão da literatura DSGE com modelos que comportam elementos de rigidez semelhantes aos aqui estudados,

tendo em vista a economia brasileira. A maior parte dos modelos onde estes parâmetros foram buscados, foram estimados com técnicas bayesianas utilizando tanto para a solução, quanto para estimação o software DYNARE.

Deve-se ter em mente que a natureza desta dissertação inova no sentido de tratar os problemas fiscal e monetário conjuntamente. Pois, como já foi dito, o que se costuma fazer, sobretudo para Brasil, é tratar um dos dois exogenamente. Todavia, temos como exceção o trabalho de Fasolo (2010) que tratou destes problemas de forma conjunta para o que ele chamou de: “pequenas abertas e emergentes economias” e entra elas figura o Brasil.

No entanto, deve-se salientar que como o modelo dele comporta um cenário externo e, portanto, sendo mais complexo nesse sentido, reduziu-se complexidade em outros aspectos do modelo como tradicionalmente se faz. Assim os parâmetros utilizados para calibração do modelo aqui proposto foram feitas com base em estudos tais como os anteriormente discutidos.

Seguindo o trabalho de Silveira (2008) toma-se os seguintes 2 parâmetros que eles estimaram utilizando técnicas bayesianas:

$$\alpha = 0.89$$

$$\phi_3 = 2.09$$

Estes parâmetros são respectivamente: porção das firmas que não ajustam seu preço de forma ótima, grau de formação de hábito interno das preferências, parâmetro de preferência e um fator de desconto subjetivo. O parâmetro α que capta a rigidez de preços foi estimado em Silveira (2008) com um intervalo de confiança de 90% entre 0.83 e 0.97. Utilizando-se, nesta dissertação, a média destes valores de acordo com a distribuição a posteriori dos parâmetros, sendo que este procedimento foi escolhido para as demais variáveis.

Os autores apontam que este valor é comparável a rigidez de países europeus e a da economia estadunidense, como obtido em Smets e Wouters (2005), mas muito acima de países como o Chile no valor de 0.12 como obtido em Caputo et al (2006), embora o modelo para o Chile comporta-se rigidez nos salários o que reduziria sua evidência para rigidez nos preços. Entretanto, os autores afirmam que era de se esperar um componente de rigidez de preços mais baixo tendo em vista as altas taxas de inflação que o Brasil já apresentou.

No entanto, Silveira (2008) explica que este comportamento pode ser explicado porque a tomada de decisão das empresas quanto aos preços em um cenário de alta inflação tenha um caráter de *forward-looking* mais acentuado, evitando reajustes de preços futuros, justificando assim a escolha do parâmetro neste trabalho.

O parâmetro ϕ_3 é o inverso da elasticidade intertemporal de substituição no consumo e os autores apontam que os dados são muito informativos quanto a este parâmetro gerando valores muito distantes entre a priori e a posteriori.

O parâmetro b , que mede o grau de formação de hábito, foi obtido de Fasolo (2010) cujo valor de 0.55 foi tomado de Smets e Wouters (2002). A razão para isso é a grande volatilidade na estimação deste parâmetro dependendo dos dados e dos pressupostos dos modelos estruturais utilizados para sua estimação em economias em desenvolvimento. O valor de desconto subjetivo β foi ajustado em 0.9952, também seguindo Fasolo 2010, e foi escolhido para atingir uma taxa de juros real de 4% em uma economia de crescimento equilibrado.

O parâmetro $\epsilon_{m^h,R}$ que mede a semi-elasticidade da demanda por moeda foi obtida por meio de uma regressão linear dos meios de pagamento M1 contra a taxa de juros básica SELIC, sendo estatisticamente significativo, apresentando o seguinte valor:

$$\epsilon_{m^h,R} = -0.02$$

O parâmetro γ_2/γ_1 que mede o custo de utilização de capital foi tomado seguindo-se Vereda & Cavalcanti (2010):

$$\gamma_2/\gamma_1 = 0.175$$

O valor por eles escolhido se justifica no trabalho de Smets & Wouters (2002) que se situa na faixa de [0.062,0.289]. Estes valores impõe grandes reduções de lucro quando há super-utilização do capital. Sendo assim, congruente com a teoria.

O parâmetro $\frac{m^h}{m} \equiv S_{mh}$ que é a quantidade de moeda que se encontra na mão dos indivíduos em relação ao total de moeda, foi calculado como em Christiano, Eichenbaum e Evans (2005). Eles utilizam a razão do agregado monetário M1 em relação ao M2 do início do período estudado. A razão para tal procedimento é que M1 é uma medida para moeda utilizada para transações, enquanto M2 é um agregado monetário mais geral. O valor obtido foi portanto:

$$\frac{m^h}{m} \equiv S_{mh} = 0.20$$

O parâmetro $\frac{m^h}{m} \equiv S_{mh}$ que é a média da quantidade de moeda em relação ao produto foi calculado seguindo metodologia semelhante a Schmitt-Grohé & Uribe (2005). Isto é, utilizou-se a média da razão entre o meio de pagamento M1 e o produto, Obtendo um valor de 24.48%.

A elasticidade de substituição dos bens, η , foi obtido de Issler & Piqueira (2000). Em seu trabalho eles obtém uma estimativa para esta elasticidade utilizando uma função utilidade do tipo CRRA. O valor encontrado é o seguinte:

$$\eta = 1.61$$

O parâmetro $\tilde{\alpha}$ se trata do grau de rigidez nos salários e foi obtido de Vereda & Cavalcanti (2010). A estimativa deste parâmetro foi feita por eles supondo em seu modelo que uma fração α_w dos trabalhadores não conseguem ajustar de forma ótima seus salários. O valor obtido foi:

$$\tilde{\alpha} = 0.7$$

Foram retiradas de Fasolo (2010) os seguintes parâmetros que ele estimou, exceto S_k , o qual ele calibrou:

$$\kappa = 2.68$$

$$\frac{r^k u k}{y} \equiv s_k = 0.3$$

Estes parâmetros são respectivamente: o parâmetro que regula os custos de ajustamento do investimento, a elasticidade-salário da demanda por uma variedade específica de trabalho, a proporção do capital em valor adicionado, grau de indexação dos preços e grau de indexação dos salários.

No trabalho original de Schmitt-Grohé e Uribe (2005) eles propõe o uso de um grau de indexação nos preços e nos salários com os seguintes valores:

$$\chi = 0$$

$$\tilde{\chi} = 1$$

pois seguem trabalhos anteriores que não encontram evidência de indexação dos preços. Ao mesmo tempo, seguindo aqueles mesmos trabalhos, impuseram que $\tilde{\chi} = 1$, pois eles afirmam que estes trabalhos estimaram um grande grau de indexação salarial. Tal metodologia também será utilizada neste trabalho.

A média do parâmetro que descreve o custo de ajustamento do investimento κ se encontra próximo de trabalhos semelhantes na literatura. De fato, o intervalo de confiança estimado para este parâmetro contém o valor de 2.49 baseado em trabalhos com dados estadunidenses. A proporção do capital em valor adicionado s_k foi calibrado no valor de 0.3 e é padrão em modelos DSGE com certa quantidade de elementos de rigidez.

O parâmetro de preferência ϕ , o parâmetro de elasticidade de substituição do trabalho $\tilde{\eta}$ e o parâmetro que mede a utilização de capital de estado estacionário u tiveram os seguintes valores calibrados de acordo com o trabalho de Christiano, Eichenbaum e Evans

(2005):

$$\tilde{\eta} = 21$$

$$\phi = 0$$

$$u = 1$$

Estes valores são comuns na literatura DSGE e assim como Schmitt-Grohé e Uribe assumem estes valores, neste trabalho é feito o mesmo.

O parâmetro que mede a fração da oferta de moeda, que se encontra na mão dos indivíduos s_m foi obtido tomando-se a média do agregado monetário M1 em relação ao PIB, sendo o valor obtido de 24,48%. O valor da razão entre o investimento doméstico privado bruto e o PIB s_i foi de 0.1757. O parâmetro que mede a elasticidade da oferta de trabalho com relação à taxa de salário h foi calibrado para o mesmo valor do artigo anterior citado, sendo este valor de $h = 0.195$. Foi adotada postura pois é condizente com a literatura e este tipo de parâmetro não é comum em trabalhos DSGE feitos para Brasil.

Os seguintes parâmetros que medem, respectivamente, a fração do gasto do governo em relação ao PIB e a fração das transferências do governo em relação ao PIB foram calibradas com os seguintes valores:

$$S_g = 0.2012$$

$$S_n = 0.081$$

O primeiro parâmetro foi medido como a média da razão entre o consumo da administração pública e o PIB no período considerado, seguindo metodologia semelhante aos autores do estudo base. O outro parâmetro foi medido como a média da razão entre as transferências líquidas para o setor privado e o PIB, tal qual o item anterior.

Assume-se que os impostos sobre o trabalho, e o sobre o capital são constantes com os seguintes níveis:

$$\tau^k = 0.31$$

$$\tau^h = 0.15$$

Estes valores foram obtidos no trabalho de Perreira & Júnior (2009) no qual eles avaliam o impacto de políticas fiscais nos ciclos econômicos do Brasil, utilizando modelos de equilíbrio dinâmico para uma pequena economia aberta com governo. Buscando analisar

o custo social dos impostos eles calibram estas alíquotas sobre capital e trabalho além de outra alíquota para consumo.

Seguindo Fasolo (2010) serão impostos os seguintes valores para estes parâmetros estruturais:

$$\rho_g = 0.956$$

$$\sigma_{\epsilon^g} = 0.012$$

$$\rho_n = 0.993$$

$$\sigma_{\epsilon^n} = 0.082$$

$$\rho_z = 0.179$$

$$\sigma_{\epsilon^z} = 0.114$$

Os parâmetros ρ_g , σ_{ϵ^g} , ρ_n e σ_{ϵ^n} medem os processos de compra do governo e transferências. Estes resultados mostram como os choques tanto dos gastos como das transferências do governo brasileiro são persistentes. Já os parâmetros ρ_z e σ_{ϵ^z} descrevem o processo de choques tecnológicos cuja a persistência é pequena.

Ao calcular o Equilíbrio de Ramsey, assume-se que a economia vem sido operada sob a política de Ramsey e a razão entre a dívida do governo e o produto é igual a 55% por ano, ou seja:

$$\frac{(a - m) R}{y} = 0.26 \times 4$$

Este valor foi obtido como a média da razão entre a dívida do governo e o PIB. Os dados obtidos são do IPEADATA e correspondem a dívida total líquida do governo federal e do Banco Central e a média foi tomada no período de 1994M7 até 2010M10.

A tabela 1 apresenta os valores dos parâmetros estruturais calibrados do modelo a partir da estratégia de calibração feita.

Tabela 1: Parâmetros Estruturais

Parâmetro	Valor	Descrição
β	0.9952	Fator de desconto subjetivo
α	0.89	Fração das firmas que não ajustam seus preços otimamente em cada período
$\tilde{\alpha}$	0.7	Fração dos mercados de trabalho que não ajustam seus salários otimamente em cada período
s_m	0.9792	M1/PIB
b	0.55	Grau de persistência do hábito
κ	2.68	Parâmetro que regula os custos de ajustamento do investimento
ϵ_{mh}	-0.02	Semi-elasticidade da demanda por moeda
$\frac{\gamma_2}{\gamma_1}$	0.175	Custo de utilização de capital
$\tilde{\eta}$	21	Elasticidade-salário da demanda por uma variedade específica de trabalho
$\frac{m^h}{m} \equiv S_{mh}$	0.20	Fração da oferta de moeda que se encontra na mão dos indivíduos
ϕ	0	Parâmetro de preferência
u	1	Utilização do capital de estado estacionário
ϕ_3	2.09	Parâmetro de preferência
$\frac{r^k u k}{y} \equiv S_k$	0.3	Fração do capital em valor adicionado
h	0.195	Elasticidade da oferta de trabalho com relação à taxa de salário
S_g	0.2012	Fração do gasto do governo em relação ao PIB
S_n	0.081	Fração das transferências do governo em relação ao PIB
π	$1.065^{\frac{1}{4}}$	Meta de Inflação
τ^k	0.31	Imposto sobre o capital
τ^h	0.15	Imposto sobre o trabalho
χ	0.44	Grau de indexação dos preços
$\tilde{\chi}$	0.026	Grau de indexação dos salários
ρ_g	0.956	Correlação serial do consumo do governo
σ_{ϵ^g}	0.012	Desvio padrão da inovação do consumo do governo
ρ_n	0.993	Correlação serial das transferências do governo
σ_{ϵ^n}	0.082	Desvio padrão da inovação das transferências do governo
ρ_z	0.179	Correlação serial do choque tecnológico
σ_{ϵ^z}	0.114	Desvio padrão da inovação do choque tecnológico
$\frac{b}{y}$	2.2	Razão dívida produto do governo

4 Estado Estacionário de Ramsey

Pode-se definir o estado estacionário de Ramsey como sendo o longo prazo de uma economia que se encontra no equilíbrio de Ramsey em ausência de incerteza. Geralmente, o estado estacionário de Ramsey difere da alocação ótima de uma economia em equilíbrio competitivo (SCHMITT-GROHÉ e URIBE, 2005).

Nas próximas subseções, serão apresentados os estados estacionários de Ramsey de diversas variáveis sob diferentes cenários econômicos, os quais servirão como ilustração de diversas economias teóricas. Os resultados são resultado da solução numérica para o estado estacionário do problema de Ramsey e são apresentados na tabela 2.

4.1 Taxa de Inflação Ótima

Primeiramente considere o caso em que as impostos sobre os lucros são iguais aos impostos de renda sobre o capital, ou seja, $\tau_t^\phi = \tau_t^k$ para todo t . Sendo assim a taxa de inflação ótima é de 0.07% ao ano, que apesar baixa esta é positiva. O que contraria estudos semelhantes em modelos novo-keynesianos mais simples, que exibem taxas de juros negativas. Tal resultado pode ser explicado pela importância, no Brasil, de uma taxa de inflação capaz de servir como um mecanismo de “lubrificação” da economia. Já nos modelos anteriormente mencionados a taxa de juros negativa, segundo Schmitt-Grohé & Uribe (2005), é explicada pelo *tradeoff* que o planejador central enfrenta em minimizar o custo de oportunidade de manter moeda e minimizar a dispersão de preços proveniente de rigidez nominal. No caso de uma economia com maiores fontes de rigidez, o planejador central enfrenta outros *tradeoffs*.

A linha 2 da tabela 2 ilustra o caso em que a indexação dos preços dos produtos a uma inflação defasada, isto é, considerando $\chi = 1$. Sendo assim, não há *tradeoff* entre o preço rígido e as fricções por demanda de moeda. Schmitt-Grohé & Uribe (2005) afirmam que, neste caso, o que deveria ocorrer é que a regra de Friedman deveria ser ótima, no entanto, não é isto que ocorre para esta economia. Na verdade ela se mostra pouco sensível a este novo cenário.

A linha 3 ilustra o caso em que não há transferências do governo para as famílias e os resultado não são muito distintos. A inflação ótima permanece próxima de zero, mas positiva, diferentemente, do que encontraram os autores do artigo base em que a regra de Friedman emerge, ou seja, a taxa de juros é nula e a inflação é negativa. Pode-se observar. comparando as linhas 1 e 4 da tabela 2 que fica claro que a fonte para financiamento das transferências do governo se encontra no aumento dos impostos sobre o trabalho de 26.89% para 35.43%. O que significa que uma economia com transferências possui mais distorções do que uma economia sem elas. No entanto estas distorções não afetam, significativamente, a inflação ótima da economia, apesar desta política ótima ser afetada pelo grau de distorção da economia.

Tabela 2: Estado estacionário de Ramsey

Ambiente			Estado Estacionário			
τ_t^ϕ	χ	\bar{n}	π	R	τ^h	τ^k
τ_t^k			0.07	2.07	35.43	-19.35
τ_t^k	1		0.06	2.06	92.59	18.82
τ_t^k	1	0	0.05	2.05	32.13	-5.72
τ_t^k		0	-0.005	2.00	26.89	-6.36
1			-0.23	1.75	23.39	-7.28
τ_t^k, τ_t^h			0.02	2.02	30.61	30.61

Nota: A taxa de inflação, π , e a taxa nominal de juros, R , são expressas em porcentagem por ano. Os impostos de renda sobre o trabalho e o sobre o capital, τ_t^h , τ_t^k , respectivamente, estão em porcentagem. Os campos não especificados indicam que as variáveis tomam os valores apresentados na tabela 1.

4.2 Impostos Ótimos

A linha 5 da tabela 2 ilustra o caso em que os lucros são taxados em 100% ($\tau_t^\phi = 1$). Nota-se que a política de Ramsey necessita subsidiar o capital a uma taxa de 7.28%. A taxa de inflação é negativa e a taxa de juros é a mais baixa. Nessa situação a política ótima é a que mais se aproxima da regra de Friedman. Schmitt-Grohé & Uribe (2005) chamam a atenção que Judd (2002) já havia apontado que sob a presença de competição imperfeita no mercado de bens, uma distorção sobre os retornos social e privado do capital é gerado pelo *mark-up* de preços sobre os custos marginais. Logo, para compensar esta distorção um imposto negativo sobre o capital se faz necessário.

Uma melhor compreensão desse subsídio pode ser alcançado ao notar que retorno privado do investimento é dado por $(1 - \tau^k)(uF_k/\mu - \delta - a(u))$, onde μ o estado estacionário do *markup*, uF_k denota a produção marginal do capital, δ é a taxa de depreciação e $a(u)$ é o custo de utilização do capital à taxa u . O retorno social é dado por $uF_k - \delta - a(u)$. Os retornos sociais e privados se tornam iguais ao investimento quando τ^k é de tal maneira que:

$$(1 - \tau^k)(uF_k/\mu - \delta - a(u)) = uF_k - \delta - a(u)$$

O mercado de produtos apresenta poder de mercado, sendo assim o *markup* é maior que um $\mu > 1$, provocando que τ^k seja negativo. Sabendo que no estado estacionário $1 = \beta [(1 - \tau^k)(uF_k/\mu - \delta - a(u)) + 1]$, a expressão acima pode ser reescrita como:

$$1 - \tau^k = \mu \left[\frac{(\beta^{-1} - 1)}{\beta^{-1} - 1 - (\mu - 1)(\delta + a(u))} \right] \quad (52)$$

Esta expressão revela que se $\delta = 0$ e a capacidade de utilização for fixada igual a 1, então o imposto ótimo sobre a renda do capital é igual ao *mark-up* em valor absoluto. Sendo assim, o tamanho do subsídio de capital é explicado pela presença de depreciação e de subsídio para o mesmo.

A última linha ilustra o caso em que o planejador central segue uma política fiscal em que $\tau_t^h = \tau_t^k = \tau_t^\phi$. O que ocorre neste caso é que o imposto sobre a renda ótima, surpreendentemente, não permanece entre os valores obtidos para os impostos ótimos sobre o capital e o sobre o trabalho quando a autoridade pode ajustar livremente estes impostos (linha 5 da tabela 2) e a inflação ótima é a menor observada entre todos os casos.

5 Dinâmica de Ramsey

A análise da dinâmica de Ramsey, neste modelo, se trata do estudo das implicações da política ótima de Ramsey quando os impostos são restritos a serem idênticos ao longo do tempo em todas as fontes de renda. Ou seja:

$$\tau_t^h = \tau_t^k = \tau_t^\phi = \tau_t^y$$

para todo t , e τ_t^y denota o imposto sobre a renda.

A dinâmica de equilíbrio de Ramsey é obtida resolvendo-se uma aproximação de primeira ordem das condições de equilíbrio de Ramsey. Schmitt-Grohé & Uribe (2005) afirmam que existem evidências apontando para o fato de que aproximações de primeira ordem das condições de equilíbrio de Ramsey geram dinâmicas bem próximas das obtidas pela solução exata.

Estes autores também afirmam que em modelos que contemplam um menor número de distorções, uma aproximação de primeira ordem para as condições de equilíbrio de Ramsey são muito próximas àquelas obtidas com aproximações de segunda ordem⁹.

Tabela 3: Implicações Cíclicas da Política Ótima sob Imposto de Renda

Variável	Estado Estacionário	Desvio Padrão	Correlação Serial	Correlação com o Produto
τ_t^y	30.61	12.11	-0.06	-0.60
R_t	2.02	11.47	-0.11	-0.07
π_t	0.02	0.82	0.04	0.59
y_t	0.42	3.92	0.80	1
c_t	0.28	2.58	0.91	0.83
i_t	0.07	11.61	0.98	0.84
h_t	0.15	16.48	0.2	0.58
w_t	1.82	1.10	0.54	0.01
a_t	1.34	40.43	0.99	-0.54

Nota: R_t e π_t são expressos em porcentagem por ano, e τ_t^y é expresso em por cento. Os valores de estado estacionário de y_t , c_t , i_t , w_t e a_t estão em nível. O desvio padrão, a correlação serial e as correlações com o produto das 5 variáveis são o desvio percentual dos seus valores de estado estacionário.

⁹Exemplos de estudos que chegam a esta conclusão são: Schmitt-Grohé & Uribe (2004) e Benigno and Woodford (2003).

A tabela 3 mostra o desvio padrão, a correlação serial, e a correlação em relação ao produto, de algumas variáveis de interesse no equilíbrio de Ramsey com imposto de renda. O cálculo deste momentos, leva em consideração que os parâmetros estruturais do modelo recebem os valores apresentados na tabela 1. A obtenção dos momentos foi feito utilizando-se simulações de Monte Carlos. São calculadas 1000 simulações com 200 trimestres cada. Esta metodologia é a mesma adotada por Schmitt-Grohé e Uribe (2005) e após obter os momentos destas 1000 simulações é calculada a média dos mesmos.

Dos resultados obtidos destaca-se a estabilidade do regime de inflação ótimo. que é um resultado também encontrado em outros estudos nos quais os modelos possuem um menor número de elementos de rigidez. Schmitt-Grohé e Uribe afirmam que estes elementos de rigidez, tomados de forma isolada, acarretariam que a inflação ótima deveria ser mais volátil, mas que quando tomados em conjunto geram estabilidade. Isto é, a soma de rigidez nominal nos salários e nos preços tornam a tomada de decisão do planejador central em relação ao ajuste de preço ser mais consistente.

Os choque fiscais desta economia são então absorvidos pelos déficits fiscais, o que pode ser notado pela volatilidade de a_t . O passivo do governo apresenta desvio padrão igual a 40.43 por cento por trimestre e correlação serial de 0.99. No entanto, os impostos não são tão voláteis.

5.1 Fontes de Rigidez Nominal e Política Ótima

A tabela 4 ilustra os efeitos de mudanças no grau de rigidez nos salários e nos preços sobre as variáveis de política fiscal e monetária.

Tabela 4: Grau de rigidez nominal na política ótima

α	$\tilde{\alpha}$		τ_t^y	R_t	π_t	w_t	a_t
0	0	Média	47.20	30.00	27.45	1.62	1.16
		Desvio Padrão	12.41	10.31	144.40	17.49	127.19
		Correlação	-0.12	0.79	-0.14	0.23	0.95
0.89	0	Média	30.61	2.03	0.03	1.82	1.34
		Desvio Padrão	10.54	18.10	0.45	12.92	47.21
		Correlação	0.16	0.21	0.16	0.19	0.99
0	0.7	Média	50.96	12.46	10.25	1.66	1.11
		Desvio Padrão	7.08	37.90	57.57	38.28	0.01
		Correlação	0.76	0.91	0.87	0.97	0.86
0.89	0.7	Média	30.61	2.02	0.02	1.82	1.34
		Desvio Padrão	12.11	11.47	0.82	1.10	40.43
		Correlação	-0.06	-0.11	0.04	0.54	0.99

A primeira linha mostra o caso em que os preços e os salários são plenamente flexíveis, isto é, ($\alpha = \tilde{\alpha} = 0$). Neste caso a política ótima apresenta uma alta taxa de inflação no valor de 27.45 por cento e uma alta volatilidade com desvio padrão no valor de 144.40 por cento. O imposto sobre a renda não é tão instável, e este comportamento é justificado pelo passivo do governo α_t como fora anteriormente mencionado.

Quando os preços são rígidos, mas os salários são flexíveis ($\alpha = 0.89$ e $\tilde{\alpha} = 0$). A volatilidade da inflação cai de forma significativa. Isto ocorre porque o ajuste de preços, para o planejador central, agora tem custo para serem ajustados. E utiliza de outros instrumentos como os impostos e déficits fiscais para se tornar solvente. A terceira linha é o caso em que os preços são flexíveis e os salários são rígidos ($\alpha = 0$ e $\tilde{\alpha} = 0.7$) e nesse caso, como era esperado, os impostos e a inflação se tornam os principais instrumentos de política do planejador central e o passivo do governo se torna extremamente estável. A última linha é o caso base em que a inflação é estável e o passivo do governo não, como fora dito.

5.2 Indexação e Política Ótima

A tabela 5 apresenta os casos de diferentes indexações nos fatores e nos preços.

Tabela 5: Indexação e Política Ótima

χ	$\tilde{\chi}$		τ_t^y	R_t	π_t	w_t	a_t
0	0	Média	21.38	2.01	0.01	1.86	1.36
		Desvio Padrão	9.59	6.18	0.79	1.00	28.17
		Correlação	-0.11	0.06	0.03	0.71	0.99
1	0	Média	31.73	2.16	0.15	1.82	1.28
		Desvio Padrão	4.37	8.49	86.94	16.57	45.31
		Correlação	0.42	0.23	-0.42	0.13	0.79
0	1	Média	30.61	2.02	0.02	1.82	1.34
		Desvio Padrão	12.11	11.47	0.82	1.10	40.43
		Correlação	-0.06	-0.11	0.04	0.54	0.99
1	1	Média	27.54	21.26	16.59	1.15	0.74
		Desvio Padrão	1.03	2.67	2.93	1.24	3.98
		Correlação	0.47	0.88	0.94	0.96	1.00

Especificamente, na linha 1 da tabela 5 é apresentando o caso em que nem os preços nem os fatores são indexados ($\chi = \tilde{\chi} = 0$). Nesta economia, não indexada, a estabilidade de preços é ainda mais buscada. A inflação fica ainda mais próxima de zero, e tanto a média quanto o desvio padrão caem de zero 0.02 e 0.82 para 0.01 e 0.79 respectivamente.

A explicação para este fenômeno é dada por Schmitt-Grohé e Uribe, que afirmam que a remoção de indexação nos salários gera mais uma fonte de ineficiência de longo prazo, chamada, por eles de dispersão de salários.

A linha 2 ilustra o caso em que os salários não indexados, mas os preços são ($\chi = 1$ e $\tilde{\chi} = 0$). Neste caso observa-se que o nível de inflação ótimo maior e torna-se extremamente volátil, com desvio padrão igual 86.94. De alguma forma, a falta de indexação nos salários torna a estabilização da inflação uma política que não é tão significativa, para o planejador central.

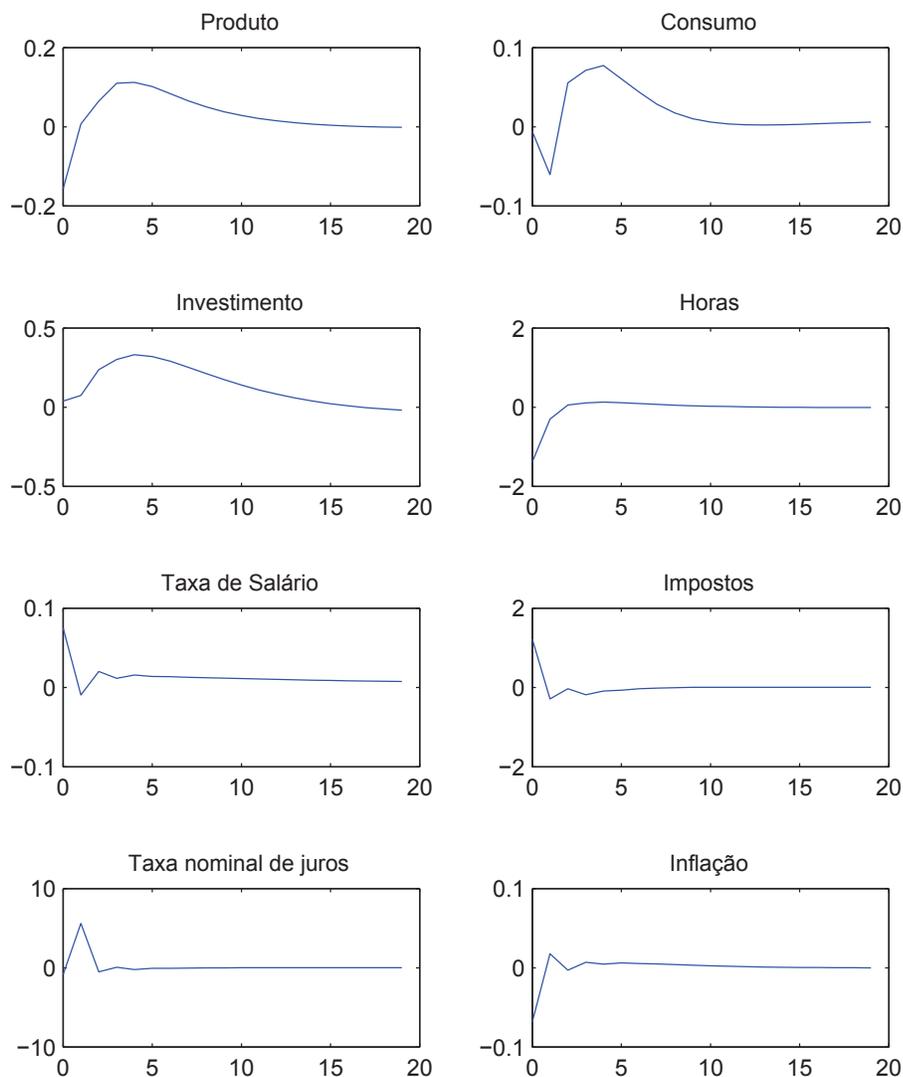
A terceira linha mostra o caso contrário em que os preços não são indexados, mas o salários não ($\chi = 0$ e $\tilde{\chi} = 1$) que é o nosso *benchmark* que como já foi discutido apresenta um plano de Ramsey no qual a inflação é baixa porém positiva e extremamente estável.

A última linha apresenta o caso em que tanto os salários quanto os preços são indexados ($\chi = 1$ e $\tilde{\chi} = 1$) e neste caso a inflação ótima é de 16.59%. O que explica esta na inflação são, essencialmente, 2 fatores fiscais: a possibilidade do planejador “taxar” transferências indiretamente e taxar o trabalho a uma taxa maior do que o capital.

6 Funções Impulso Resposta da Política de Ramsey Ótima

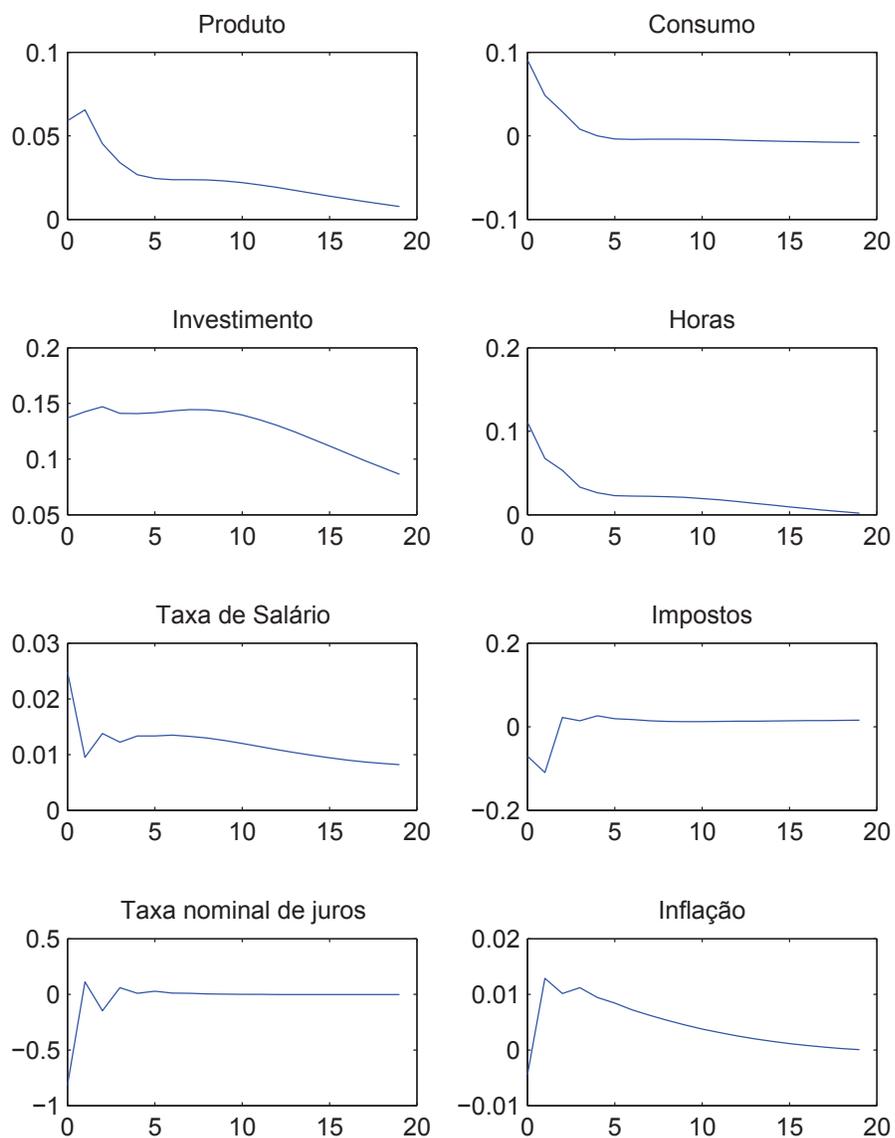
A dinâmica acarretada pela política de Ramsey será apresentada por meio dos impulsos resposta teóricos para três choques nos ciclos dos negócios para esta economia.

Figura 1: Impulso Resposta a um choque na produtividade



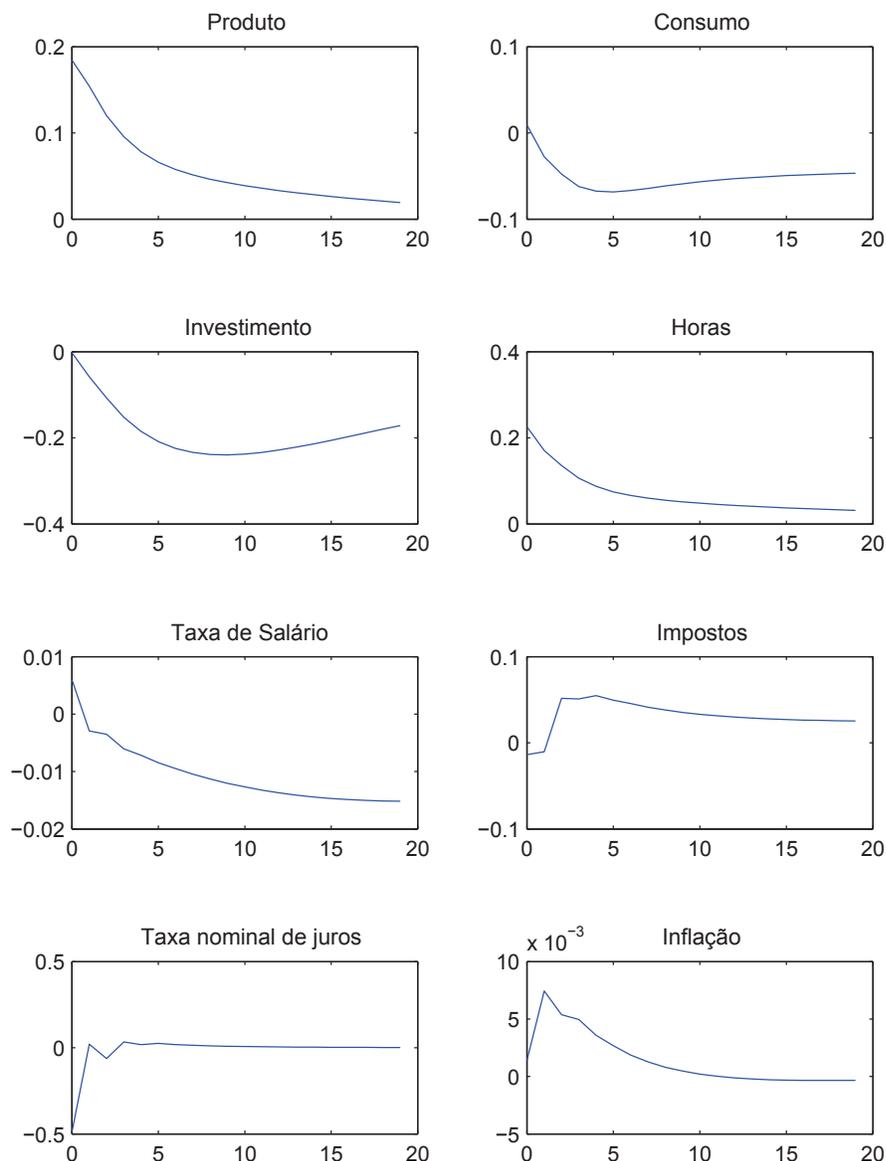
Nota: O tamanho da inovação inicial para o choque tecnológico é de 1%. A taxa de juros nominal e a taxa de inflação são expressas em por cento ao ano, o imposto é expresso em pontos percentuais e as demais variáveis são expressas em desvios percentuais em relação a seus respectivos valores de estado estacionário.

Figura 2: Impulso Resposta a um choque nas transferências do governo



Nota: O tamanho da inovação inicial para o choque nas transferências é de 1%. A taxa de juros nominal e a taxa de inflação são expressas em por cento ao ano, o imposto é expresso em pontos percentuais e as demais variáveis são expressas em desvios percentuais em relação a seus respectivos valores de estado estacionário.

Figura 3: Impulso Resposta a um choque nos gastos do governo



Nota: O tamanho da inovação inicial para o choque nos gastos do governo é de 1%. A taxa de juros nominal e a taxa de inflação são expressas em por cento ao ano, o imposto é expresso em pontos percentuais e as demais variáveis são expressas em desvios percentuais em relação a seus respectivos valores de estado estacionário.

A figura 1 mostra o impulso resposta para um aumento de 1% na produtividade da economia. Nota-se que as horas de trabalho caem o que quer dizer o esforço de trabalho cai devido alto custo de ajuste no investimento e consumo desta economia. No entanto é

contraditório um aumento na produtividade economia e uma queda no esforço do trabalho. Estranhamente o produto apresenta uma ligeira queda com o aumento de produtividade e somente, posteriormente, apresenta aumento. O mesmo ocorre com o consumo. A taxa nominal de juros cai e, conseqüentemente, o investimento aumenta. E, apesar da expansão econômica, a inflação sofre muito pouco impacto, isto é, uma ligeira queda que rapidamente volta.

As figuras 2 e 3 apresentam os impulsos resposta para um choque nos gastos do governo, e para um choque nas transferências do governo. Em ambos os casos o valor do impulso inicial é de 1%. Nota-se que, nos dois casos, o investimento permanece alterado pelo choque. No primeiro cenário, o investimento permanece acima do valor anterior ao impacto e no segundo cenário fica abaixo. Quando a economia é impactada com um aumento dos gastos do governo também se observa uma permanente mudança no consumo da economia que fica abaixo do valor inicial.

7 Conclusão

Nesse estudo foi ajustado um modelo para analisar as políticas fiscal e monetárias para o Brasil. E o estabelecimento de um *benchmark* para a economia brasileira. O modelo utilizado comporta uma série de elementos de rigidez nominal e real para economia, que de acordo com a literatura tem se mostrado importantes para análise do ciclo dos negócios.

Nota-se que a política ótima para o modelo de *benchmark* é o da estabilização dos preços. A taxa de inflação ótima encontrada foi de 0.02% ao ano com um desvio padrão de 0.82%. Este resultado é, de certa forma, surpreendente uma vez que analisando-se individualmente os elementos de rigidez comportados no modelos teríamos observado uma taxa de inflação mais volátil, mas que quando colocados conjuntamente resultam nesta escolha do planejador de Ramsey.

Quando analisado a economia sob um imposto de renda tem-se que o imposto ótimo é de 30.61% com desvio padrão de 12.11%. O déficit público se mostra bastante instável e a taxa de inflação se mostra bem comportado.

Este trabalho também procurou analisar diferentes cenários com diferentes indexações da economia bem como diferentes graus de rigidez nos salários, e nos preços e percebeu-se os diferentes *tradeoffs* enfrentados pelo planejador de Ramsey.

Diversas são as direções em que este estudo pode ser ampliado. Primeiramente pode-se sugerir ajustar um modelo que comporte um maior número de choques. No entanto deve-se tomar cuidado quanto a interpretação econômicas destes choques bem com as influências nas flutuações dos agregados econômicos.

Schmitt-Grohé e Uribe, no entanto, afirmam que o mais interessante a se fazer é buscar caracterizar políticas que sejam consistentes no tempo. Quer dizer, no modelo utilizado, o planejador de Ramsey tem incentivos para abandonar promessas feitas em uma perspectiva atemporal. Portanto, ajustar modelos de médio porte e estudar políticas críveis seria um passo importante no estudo dos ciclos dos negócios.

8 Referências

- ALTIG, D.; CHRISTIANO, L.; EICHENBAUM, M.; E LINDE, J. Firm-specific capital, nominal rigidities and the business cycle. **C.E.P.R. Discussion Papers**, Jan. 2005.
- BAUMOL, W. The transactions demand for cash: An inventory theoretic approach. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 66, n. 4, p. 545–556, Nov. 1952.
- BENIGNO, P.; WOODFORD, M. Optimal monetary and fiscal policy: A linear quadratic approach. **NBER Macroeconomics Annual**, Aug. 2003.
- CALVO, G. Staggered prices in a utility-maximizing framework. **Journal of Monetary Economics**, v. 12, n. 3, p. 383–398, Sept. 1983.
- CAPUTO, R.; FELIPE, L.; GUZMAN, J. New Keynesian Models for Chile in the Inflation-targeting Period: A Structural Investigation. **Banco Central de Chile**, 2006.
- CARLSTROM, C., FUERST, T. Investment and interest rate policy: a discrete time analysis. **Journal of Economic Theory**, v. 123, n. 1, p. 4 – 20, 2005.
- CAVALLARI, M. **A Coordenação das Políticas Fiscal e Monetária Ótimas**. Dissertação (Mestrado). PUC-Rio Departamento de Economia. 2004.
- CHARI, V. V.; KEHOE, P. Optimal fiscal and monetary policy. **Federal Reserve Bank of Minneapolis**, Staff Report 251, 1998.
- CHARI, V.; CHRISTIANO, L.; KEHOE, P. Optimal fiscal and monetary policy: Some recent results. **Journal of Money, Credit and Banking**, v. 23, n. 3, p. 519–39, Aug. 1991.
- CHRISTIANO, L.; EICHENBAUM, M.; EVANS, C. Nominal rigidities and the dynamic effects of a shock to monetary policy. **Journal of Political Economy**, v. 113, n. 1, p.1–45, Feb. 2005.
- CLARIDA, R., GALÍ, J., GERTLER, M. The science of monetary policy: A new keynesian perspective. **Journal of Economic Literature**, v. 37, n. 4, p. 1661–1707, Dec. 1999.
- CORREIA, I.; TELES, P. Is the friedman rule optimal when money is an intermediate good? **Journal of Monetary Economics**, v. 38, n. 2, p. 223–244, Oct. 1996.
- ERCEG, C.; HENDERSON, D.; LEVIN, A. Optimal monetary policy with staggered wage and price contracts. **International Finance Discussion Papers 640**, Board of Governors of the Federal Reserve System (U.S.), 1999.

- FASOLO, A. **Optimal Monetary and Fiscal Policy for Small Open and Emerging Economies**. PhD thesis, Duke University, 2010.
- FERNANDEZ-VILLAVERDE, J. **Comments on schmitt-grohé, and uribe: Optimal fiscal and monetary policy in a medium-scale macroeconomic model**. Working Paper 11417, National Bureau of Economic Research, June. 2005.
- GALÍ, J.; E MONACELLI, T. Monetary policy and exchange rate volatility in a small open economy. **C.E.P.R. Discussion Papers**, April 2002.
- GARCÍA-CICCO, J. **Empirical evaluation of DSGE models for emerging countries**. PhD thesis, Duke University, 2009.
- GIVENS, G. **Estimating central bank preferences under commitment and discretion**. Unpublished Manuscript, 2010.
- ISSLER, J.; PIQUEIRA, N. Estimating relative risk aversion, the discount rate, and the intertemporal elasticity of substitution in consumption for brazil using three types of utility function. **Brazilian Review of Econometrics**, v. 20, n. 2, p. 201–239, 2000.
- JUDD, K. Capital-income taxation with imperfect competition. *American Economic Review*, v. 92, n. 2 p. 417–421, May 2002.
- KIMBALL, M. The quantitative analytics of the basic neomonetarist model. **Journal of Money, Credit and Banking**, v. 27, n. 4 p. 1241–77, Nov. 1995.
- KOLLMANN, R. Welfare maximizing fiscal and monetary policy rules. **Macroeconomic Dynamics**, v. 12, n. s1, p. 112-125, Mar. 2003.
- KYDLAND, F.; E PRESCOTT, E. Rules rather than discretion: The inconsistency of optimal plans. **Journal of Political Economy**, v. 85, n. 3, p. 473–91, June 1977.
- KYDLAND, F.; PRESCOTT, E. Time to build and aggregate fluctuations. **Econometrica**, v. 50, n. 6, p. 1345–70, Nov. 1982.
- LONG JR, J.; PLOSSER, C. Real business cycles. **Journal of Political Economy**, v. 91, n. 1, p. 39–69, Feb. 1983.
- LUCAS, R.; STOKEY, N. et al. Optimal fiscal and monetary policy in an economy without capital. **Journal of Monetary Economics**, v. 12, n. 1, p. 55-93, Aug. 1982.
- LUCAS, R. et al. Econometric policy evaluation: A critique. **Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy**, v. 1, n. 1, p.19–46, Jan. 1976.

- LUCAS JR, R. An equilibrium model of the business cycle. **Journal of Political Economy**, v. 83, n. 6, p. 1113–44, Dec. 1975.
- PEREIRA, F.; JÚNIOR, R. **Sistema tributário, economia aberta e bem-estar social**. Em Anais do XXXVII Encontro Nacional de Economia, 2009.
- RAMSEY, F. P. A mathematical theory of saving. **The Economic Journal**, v. 38, n. 152, p. 543–559, 1928.
- ROTEMBERG, J.; WOODFORD, M. An optimization-based econometric framework for the evaluation of monetary policy: Expanded version. **NBER Technical Working Papers 0233**, National Bureau of Economic Research, Inc, 1998.
- SCHMITT-GROHÉ, S.; URIBE, M. Optimal fiscal and monetary policy under imperfect competition. **Departmental Working Papers**, Rutgers University, Department of Economics, Jan. 2001.
- SCHMITT-GROHÉ, S.; URIBE, M. Optimal fiscal and monetary policy under sticky prices. **Journal of Economic Theory**, v. 114, n. 2, p. 198–230, Feb. 2004.
- SCHMITT-GROHÉ, S.; URIBE, M. Optimal simple and implementable monetary and fiscal rules. **Journal of Monetary Economics**, v. 54, n. 6, p. 1702–172, Sep. 2007.
- SCHMITT-GROHÉ, S.; URIBE, M. Optimal fiscal and monetary policy in a mediumscale macroeconomic model: Expanded version. **NBER Working Paper No. 11417**, National Bureau of Economic Research, June. 2005.
- SMETS, F.; WOUTERS, R. An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the euro area. **Research series 200210**, National Bank of Belgium, Oct. 2002.
- SMETS, F.; WOUTERS, R. Comparing shocks and frictions in us and euro area business cycles: a bayesian dsge approach. **Journal of Applied Econometrics**, v. 20, n. 2, p.161–183, 2005.
- SMETS, F.; WOUTERS, R. Shocks and frictions in us business cycles : a bayesian dsge approach. **Research series 200702-05**, National Bank of Belgium, Feb. 2007.
- TAYLOR, J.; WOODFORD, M. **Handbook of macroeconomics**. North-Holland, 1999.
- VEREDA, L.; CAVALCANTI, M. A. F. H. Modelo dinâmico estocástico de equilíbrio geral (dsge) para a economia brasileira: versão. **Texto para discussão, (1479)**, 2010.

WEINKE, L.; SVEEN, T. Inflation and output dynamics with firm-owned capital. **Economics Working Papers 702**, Department of Economics and Business, Universitat Pompeu Fabra, July. 2003.

WOODFORD, M. The taylor rule and optimal monetary policy. **American Economic Review**, v. 91, n. 2, p. 232–237, May. 2001.

WOODFORD, M. **Interest and Prices**, v. 541. Citeseer, 2003.

YUN, T. Nominal price rigidity, money supply endogeneity, and business cycles. **Journal of Monetary Economics**, v. 37, n. 2-3, p. 345–370, Apr. 1996.