

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO E PLANEJAMENTO REGIONAL

MARTA CRISTIANE TIMÓTEO ROSSI

ENSAIOS NA TEORIA DA TRIBUTAÇÃO ÓTIMA SEM ASSIMETRIA DE
INFORMAÇÃO

Belo Horizonte
2019

MARTA CRISTIANE TIMÓTEO ROSSI

ENSAIOS NA TEORIA DA TRIBUTAÇÃO ÓTIMA SEM ASSIMETRIA DE
INFORMAÇÃO

Tese apresentada ao curso de Doutorado em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito para obtenção do título de Doutora em Economia.

Área de concentração: Teoria Econômica.

Orientador: Rodrigo Jardim Raad.

Belo Horizonte
2019

Ficha Catalográfica

R831e
2019 Rossi, Marta Cristiane Timóteo.
Ensaio na teoria da tributação ótima sem assimetria de informação
[manuscrito] / Marta Cristiane Timóteo Rossi. – 2019.
102 f.

Orientador: Rodrigo Jardim Raad.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Centro de
Desenvolvimento e Planejamento Regional.
Inclui bibliografia (f. 95-102)

1. Impostos -Teses. 2. Economia - Teses. 3. Elasticidade
(economia) – Teses. I. Raad, Rodrigo Jardim. II. Universidade Federal
de Minas Gerais. Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional.
III. Título.

CDD: 336.2

MARTA CRISTIANE TIMÓTEO ROSSI

ENSAIOS NA TEORIA DA TRIBUTAÇÃO ÓTIMA SEM ASSIMETRIA DE
INFORMAÇÃO

Tese apresentada ao curso de Doutorado em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Economia.

Prof. Dr.

Rodrigo Jardim Raad (orientador)

Prof. Dr.

Mauro Sayar Ferreira (Cedeplar/UFMG)

Prof^ª. Dr^ª

Lízia de Figueiredo (Cedeplar/UFMG)

Prof^ª. Dr^ª

Marina Delmondes de Carvalho Rossi (UNB)

Prof. Dr.

Mauro Rodrigues Junior (USP)

Agradecimentos

Agradeço à minha família pela formação e todo o incentivo, em especial aos meus pais e irmãs. Agradeço aos meus colegas, amigos, professores e funcionários da UFMG. Agradeço ao suporte financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) através da concessão de bolsa de doutorado e bolsa de doutorado sanduíche sem as quais não seria possível prosseguir no curso. Agradeço a Universidade Federal da Bahia pela minha formação desde à graduação até o mestrado e em especial ao meu orientador de Mestrado, Gervásio Santos.

Agradeço aos meus grandes amigos da vida Ariom Ultchack, Diana Gonzaga e Geidson Santana por todo o suporte e incentivos que me deram ao longo desses anos e em especial ao longo do doutorado tornando a caminhada menos difícil. Às minhas queridas amigas do Cedeplar, Danyella Brito e Lediany Freitas, obrigada pelas conversas, cafés, incentivos e momentos de descontração. Vocês tornaram meus momentos em Belo Horizonte mais ricos e animados.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Rodrigo Raad, por todo o ensinamento, pela paciência, pela ajuda nos momentos mais decisivos da tese e, pela oportunidade de realização da minha pesquisa no doutorado sanduíche. Obrigada por todo o apoio! À Prof^a. Dr^a. Aline Magalhães pelo suporte e dicas valiosas para a construção do terceiro capítulo da tese. À minha orientadora no exterior Prof^a. Dr^a. Catarina Reis da Católica Lisbon Business & Economics. Agradeço pelos ensinamentos, pela oportunidade de pesquisar junto à equipe de professores da Universidade, e por toda atenção durante minha estadia em Lisboa. À banca de qualificação, em especial, ao Prof. Dr. Mauro Sayar e Prof^a. Dr^a. Lizia Figueiredo pelas contribuições.

Por fim, agradeço à todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente para o desenvolvimento desta tese.

Resumo

Esta tese consiste em três ensaios e estuda o esquema ótimo de impostos em diferentes cenários sem assimetria de informação. O primeiro ensaio considera um modelo de tributação do capital em que a renda do trabalho está sujeita a riscos idiossincráticos. Os agentes são *ex ante* indênticos, mas *ex post* heterogêneos aos choques. O artigo contribuiu para a literatura de tributação ótima baseada principalmente no modelo de Ramsey. Além disso, permitiu transferências *lump sum* e choques aditivos e multiplicativos na renda do trabalho, e mostrou que, para o caso multiplicativo, a tributação positiva da renda do capital se estende ao caso em que os mercados estão incompletos devido à presença do risco idiossincrático na renda do trabalho. A incompletude do mercado pode, com efeito, alterar o nível de consumo individual. Para choques aditivos, diferentemente do modelo de Aiyagari (1995), foi encontrado que a taxa de imposto sobre a renda do capital é igual a zero.

No segundo ensaio é caracterizado um jogo de *Stackelberg* entre famílias heterogêneas e governo. O governo quer escolher uma alocação ótima para maximizar o bem-estar social. No entanto, está sujeito não somente a uma restrição de recursos, mas, também, está limitado pelas ações das famílias. Dois exercícios são apresentados. O primeiro exercício aborda o *trade off* entre a taxação ótima sobre a renda do trabalho e emissão de dívida pública quando o governo não pode se comprometer com sua política futura. Para valores suficientemente altos de dívida pública, o governo escolhe o *default*. Neste caso, o modelo demonstra que o equilíbrio para a dívida é impossível. Os agentes, portanto, não estariam dispostos a comprar dívida a qualquer preço. O segundo exercício é aplicado para o horizonte infinito em um modelo recursivo com tributação de dividendos e comprometimento completo. O modelo demonstrou que se o mercado estiver equilibrado o governo não precisará maximizar bem estar dos agentes. O objetivo do governo será manter suas receitas para equilibrar seu orçamento. Infinitos planos de dívida pública implementam a mesma alocação de equilíbrio competitivo.

O terceiro ensaio apresenta um modelo estático de equilíbrio geral computável para a economia brasileira no ano de 2013, com o objetivo de encontrar alíquotas ótimas para alguns produtos ofertados pelos setores econômicos. A partir disso, o nível de receita do governo foi fixado e foi construído um *grid* para uma combinação de produtos de maneira que algumas alíquotas sofreram variações positivas e outras negativas sem alterar a receita total. O objetivo é alcançar a neutralidade da receita governamental, respeitando a restrição orçamentária do governo e ao mesmo tempo elevar o nível de bem estar das famílias, a partir

desta combinação de novas alíquotas. Na primeira simulação, os produtos escolhidos variam por elasticidade de oferta. Na segunda simulação são escolhidos produtos com uma certa substitutabilidade para a análise da variação de alíquotas. Verificou-se que alguns produtos por possuírem uma gama maior de substitutos passam a ser sensíveis a elasticidade preço da oferta, o que leva a queda de demanda com o aumento da alíquota.

Palavras-chave: Tributação ótima, Agentes heterogêneos, Bem estar, Equilíbrio geral, Modelo de Ramsey.

Abstract

This thesis consists of three essays and studies the optimal tax scheme in different scenarios without information asymmetry. The first essay considers a model of capital taxation where labor income is subject to idiosyncratic risks. The agents are ex-ante identicals, however ex-post heterogeneous to the shocks. The article contributed to the literature of optimal taxation based mainly on the Ramsey model. Furthermore, it allowed lump-sum transfers and additive and multiplicative shocks in labor income. It shows that, for the multiplicative case, positive taxation in capital income does extend to the case where markets are incomplete due to presence of idiosyncratic risk on the labor income. Market incompleteness may, with effect, change individual consumption level. For additive shocks, differently from the Aiyagari model (1995), it was found out that the tax rate on capital income is equal to zero.

In the second essay, a Stackelberg game is characterized between heterogeneous families and the government. The government wants to choose an optimal allocation to maximize social welfare. However, it is subject not only to a restriction of resources, but also, it is limited by the actions of the families. Two exercises are presented. The first exercise addresses the trade off between the optimal taxation on labor income and issuance of public debt when the government cannot commit to its future policy. For sufficiently high values of public debt, the government chooses the default. In this case, the model demonstrates that equilibrium for debt is impossible. Agents, therefore, would not be willing to buy debt at any price. The second exercise is applied to the infinite horizon in a recursive model with dividend taxation and full commitment. The model has shown that if the market is balanced the government will not have to maximize the welfare of the agents. The governments goal will be to keep its revenues to balance its budget. Infinite public debt plans implement the same allocation of competitive equilibrium.

The third essay presents a static computable general equilibrium model for the Brazilian economy of 2013, with the objective of finding optimal tax for some products offered by the economic sectors. From this, the level of government revenue was fixed and a grid was built for a combination of products so that some taxes varied positively and others negatively without changing total revenue. The objective is to achieve the neutrality of government revenue, respecting the governments budget constraint and at the same time raising the level of welfare of families, based on this combination of new taxes. In the first simulation, the chosen products vary by supply elasticity. In the second simulation, products with a certain substitutability are chosen for the analysis of taxes variation. It was verified that

some products, because they have a greater range of substitutes, are now sensitive to price elasticity of supply, which leads to a drop in demand with the increase in the tax.

Keywords: Optimum Taxation, Heterogeneous Agents, Welfare, General Equilibrium, Ramsey Model.

Sumário

1	Tributação Ótima do Capital com Choques Aditivos e Multiplicativos na renda do Trabalho	16
1.1	Introdução	16
1.2	Caso 1: Choque Multiplicativo na Renda do Trabalho	19
1.2.1	O Ambiente Econômico	19
1.2.2	O Problema do Planejador Central	22
1.3	Caso 2: Choque Aditivo na Renda do Trabalho	24
1.3.1	O Ambiente Econômico	24
1.3.2	O Problema do Planejador Central	25
1.4	Conclusões	26
2	Impostos e Dívida Pública com Agentes Heterogêneos	27
2.1	Introdução	27
2.2	Modelos com Perda de Comprometimento	30
2.3	A Economia de Ramsey com Dois Períodos	34
2.3.1	Ambiente Econômico	34
2.3.2	O Problema de Ramsey	36
2.3.3	Exemplo Analítico – Modelo com Dois Períodos e Agentes Heterogêneos em Renda do Trabalho	37
2.4	A Economia de Ramsey no Horizonte Infinito com tributação de dividendos	44
2.4.1	O Ambiente Econômico	44
2.4.2	O Problema de Ramsey	47
2.5	Conclusões	50
3	Simulações de Tributação ótima - Uma análise de equilíbrio geral computável para o Brasil	52
3.1	Introdução	52
3.2	A Regra de Ramsey	55

3.3	O Modelo de equilíbrio geral computável	61
3.3.1	Estrutura de produção	62
3.3.2	Custos de produção	67
3.3.3	Demanda por investimentos	68
3.3.4	Demanda das famílias	70
3.3.5	Demanda por exportações	74
3.3.6	Demanda por estoques	74
3.3.7	Demanda do governo	75
3.3.8	Demanda por importações e preços das importações	76
3.3.9	Margens, impostos indiretos, preços básicos e preços ao consumidor .	76
3.3.10	Produto Interno Bruto	78
3.3.11	Saldo comercial, termos de troca e taxa de câmbio	79
3.4	Simulações e Resultados	80
3.5	Conclusões	90
3.6	Apêndice	91
3.6.1	Elasticidade de oferta de curto prazo	91

Lista de Figuras

2.1	Impacto do aumento da Renda do Trabalho do agente H sobre o preço do Título da Dívida Pública	39
2.2	Impacto do Gasto Público do período 1 no Imposto sobre a Renda do Trabalho	40
2.3	Impacto do Gasto Público do período 2 no Imposto sobre a Renda do Trabalho	41
2.4	Impacto do Gasto Público do período 1 sobre a Dívida Pública	41
2.5	Níveis de default sobre a Dívida Pública - Variação dos betas	42
2.6	Níveis de default sobre a Dívida Pública - Variação das taxa de juros	42
2.7	Níveis de default sobre a Dívida Pública - Variação dos Gastos públicos período 1	43
2.8	Níveis de default sobre a Dívida Pública - Variação dos Gastos públicos período 2	44
2.9	Dívida Pública Ótima	49
2.10	Dívida Pública Ótima - Variação da taxa de impaciência	49
2.11	Dívida Pública Ótima - Variação Gasto público	50
3.1	Estrutura de produção	62
3.2	Estrutura de demanda por investimento	69
3.3	Estrutura de consumo das famílias	71

Lista de Tabelas

3.1	Elasticidade de oferta	80
3.2	Faixas de renda familiar mensal, Brasil, 2008	84
3.3	Resultados com base na elasticidade de oferta	86
3.4	Resultados para produtos substitutos	88
3.5	Impactos macroeconômicos de modificações na estrutura de tributação - Elasticidade de oferta	89
3.6	Impactos macroeconômicos de modificações na estrutura de tributação - Produtos substitutos	89

Lista de Quadros

3.1	Notação para as variáveis do modelo	63
-----	---	----

Introdução

Uma economia admite uma família representativa quando o lado da preferência (demanda) da economia pode ser representado como se houvesse uma única família, escolhendo o consumo agregado, as decisões de poupança e, também, as decisões de oferta de mão-de-obra sujeitos a uma restrição orçamentária agregada. A principal conveniência da família representativa é a hipótese de que em vez de modelar o lado da preferência da economia como resultante da interação de equilíbrio de muitas famílias heterogêneas, permite modelar como resultante de um único problema de maximização. Por outro lado, esta conveniência simplifica muito a realidade e exige uma série de pressupostos para que a família representativa possa ser utilizada, como a utilização de funções de preferência especiais e que possuem restrições à distribuição de renda das famílias.

Um tipo de preferência muito utilizada nos modelos agregados é a preferência de Gorman e muitas outras preferências comumente usadas em macroeconomia são casos especiais da preferência de Gorman, como é o caso da preferência CES (Constant Elasticity Substitution). A preferência de Gorman gera curvas de Engel lineares. As curvas de Engel representam uma relação entre a despesa de uma mercadoria específica e a renda para determinados preços. Esse tipo de preferência implica que a curva de Engel de cada família (para cada mercadoria) é linear e tem a mesma inclinação para todas as famílias para a mesma mercadoria. Dessa forma, se todas as famílias possuem a mesma inclinação, uma delas pode representar todas as demais famílias. Em particular, uma economia admite uma família representativa forte se a redistribuição de renda ou a dotação entre as famílias não afeta o lado da demanda (Acemoglu, 2009).

A maioria dos modelos macroeconômicos assumem a existência de família representativa cujo problema de maximização gera demandas agregadas relevantes, mas também a função de utilidade desta família pode ser usada para a análise do bem estar. Mais especificamente, uma alocação ótima de Pareto é uma solução para a maximização de uma média ponderada das utilidades das famílias sujeitas às limitações de recursos e tecnologia. Dessa forma, é possível representar o lado da demanda de uma forma mais simples e usar essa modelagem para fazer afirmações sobre uma alocação específica é ótima para Pareto e como ela pode ser

melhorada.

Esta tese analisa alguns modelos de tributação ótima com agentes heterogêneos. A maioria dos modelos a serem apresentados nesta tese modelam o lado da demanda da economia como resultante da interação de equilíbrio de famílias heterogêneas. A economia será descrita como um jogo entre o governo e as famílias. Neste jogo, o governo escolhe sua estratégia ótima, observando como as famílias respondem às suas ações. A partir desta interação entre oferta e demanda o preço de equilíbrio é gerado no mercado competitivo. O governo, então, escolherá sua estratégia de impostos e dívida tomando como base essa demanda heterogênea e o preço dado pelo mercado. Esta captação do preço de equilíbrio e da demanda ótima são importantes para que não haja frustração de receita. Desta forma, a função de bem estar que o governo irá maximizar terá como argumentos a demanda e o preço de equilíbrios sujeitos a restrição do governo.

A heterogeneidade entrou na agenda macro de pesquisa a partir do princípio de que a robustez dos modelos depende de raízes microeconômicas, e por considerar a existência significativa de dispersão transversal entre os indivíduos. Isto se tornou possível devido aos novos métodos numéricos e aos computadores mais rápidos. Artigos seminais com modelos de agentes heterogêneos começam a surgir por volta de 1980 – 1990, tais como os estudos de Bewley (1983), Imrohoroglu (1989), Huggett (1993), Aiyagari (1995) e Krusell e Smith (1998). Bewley (1983) avaliou um conjunto de questões clássicas na teoria monetária; Imrohoroglu (1989) estimou a magnitude dos custos dos ciclos econômicos em um modelo de agente heterogêneo; e Huggett (1993) partiu da incapacidade do modelo de agente representativo para resolver o enigma do prêmio de equidade.

Aiyagari (1995), em artigo seminal, constrói um modelo para proceder a uma análise quantitativa da importância do risco na poupança agregada. Para sua parametrização inicial, Aiyagari observou que esta contribuição é relativamente modesta, representando, no máximo, 3 %. Contudo, com maiores valores de aversão ao risco das famílias, essa contribuição pode ser significativa. Krusell e Smith (1998) modificam o modelo de Aiyagari adicionando um choque de produtividade agregado, atingindo a função de produção. Os autores notaram que as flutuações na distribuição da riqueza têm um pequeno efeito no nível de poupança e investimento e, portanto, os efeitos da distribuição são baixos.

Golosov e Sargent (2012), analisam o problema de Ramsey em um modelo com agentes heterogêneos e choques agregados da despesa pública, mas sem risco idiossincrático e sem capital. Eles estabelecem a representação recursiva do problema de Ramsey para o seu modelo e encontram que quando os mercados são incompletos, é ótimo responder a um aumento das despesas governamentais com o aumento de taxas e redução de transferências. Werning (2007) caracteriza as alocações ótimas e distorções em economias com mercados completos.

O autor permite a heterogeneidade e estuda as consequências distributivas de políticas de impostos e empréstimos. Werning (2012) investiga como a poupança precaucionária em mercados incompletos afetam as alocações ótimas dos agentes.

No Primeiro Capítulo desta tese apresenta-se um modelo em que os agentes são heterogêneos apenas no segundo período. Este tipo de modelo é ainda muito utilizado na literatura atual da macroeconomia que traz a abordagem de agentes heterogêneos (Ver Park (2014)). Neste tipo de modelo as decisões de poupança e consumo são tomadas quando os agentes são homogêneos, *ex ante* ao choque idiossincrático na economia não existindo a troca entre eles. Este capítulo contribui para a literatura de tributação ótima baseada principalmente no modelo de Ramsey, ao mesmo tempo que permite transferências *lump sum* e choques aditivos e multiplicativos na renda do trabalho, e mostra que, para o caso multiplicativo, a tributação positiva da renda do capital a longo prazo se estende ao caso em que os mercados estão incompletos devido à presença do risco idiossincrático na renda do trabalho. Para choques aditivos, diferentes do modelo de Aiyagari, foi encontrado que a taxa de imposto sobre a renda do capital é igual a zero. Neste capítulo o governo enfrenta o *trade off* entre tributar capital ou financiar suas despesas através da compra (poupança) ou venda (dívida) de títulos para as famílias.

O Segundo Capítulo apresenta dois modelos com agentes heterogêneos em todos os períodos. Os agentes tomam suas decisões de poupança e consumo e geram o nível de preços através da interação entre eles no mercado financeiro. O primeiro modelo com dois períodos aborda a questão da taxação ótima sobre a renda do trabalho quando o governo não pode se comprometer com sua política futura. A oferta de títulos dependerá da diferença de gastos do governo nos dois períodos. É mostrado que os gastos do primeiro período são maiores do que os do segundo período, dado que a demanda por títulos é positiva. Para valores suficientemente altos de dívida pública, o governo escolhe não se comprometer com ela. Neste caso, o equilíbrio para a dívida pública é impossível, uma vez que os agentes não estariam dispostos a comprar a dívida a qualquer preço. Estes valores de dívida pública, são, portanto, insustentáveis *ex ante* (isto é, estes níveis não podem ser vendidos). O segundo modelo apresentado é com horizonte de tempo infinito. O preço de equilíbrio é gerado de forma recursiva, em que o preço é uma função da dívida inicial que é observada e da diferença entre a nova dívida pública emitida e a inicial. Após observar o preço e a demanda o governo escolherá o nível ótimo de impostos e da nova dívida pública. O ambiente é de comprometimento completo em um modelo recursivo. Apesar disso, destaca-se que na presença de mercados completos, a negociação sequencial dá o mesmo resultado que a negociação de um único ponto no tempo. Mais explicitamente, no equilíbrio de Arrow-Debreu de um modelo Dinâmico de equilíbrio geral no tempo $t = 0$, as famílias fazem acordos para todas as trocas

futuras, incluindo negócios de bens que ainda não foram produzidos. O principal resultado da comparação de modelos com negociação em um único ponto do tempo e aqueles com negociações sequenciais é apontado por Kenneth Arrow (Acemoglu, 2009). Tanto no primeiro modelo como no segundo, neste capítulo, o governo enfrenta o *trade off* entre emitir mais dívida ou tributar mais para financiar seus gastos exógenos.

O terceiro capítulo apresenta um modelo estático de equilíbrio geral computável para economia brasileira no ano de 2013, com o objetivo de encontrar alíquotas ótimas para alguns produtos ofertados. Será feita uma análise de bem estar. Dessa forma, o nível de receita do governo será fixado e será construído um *grid* para cada dois produtos de maneira que as alíquotas sofrerão variações positivas e negativas sem alterar a receita total. O objetivo é alcançar a neutralidade da receita governamental, respeitando a restrição orçamentária do governo e ao mesmo tempo elevar o nível de bem estar das famílias a partir desta combinação de novas alíquotas. Na primeira simulação, os produtos escolhidos variam por elasticidade de oferta. Para alcançar o resultado ótimo foram tributados mais os bens com elasticidade de oferta alta e reduzida as alíquotas de bens com elasticidade de oferta menor. Conclui-se que segundo os resultados do modelo de Ramsey a elasticidade de oferta apresentada no modelo, possivelmente, é menor do que a elasticidade de demanda. Destaca-se que quando a elasticidade da oferta não é igual a elasticidade de demanda, o peso do imposto pode variar em relação aos bens necessários. Na segunda simulação são escolhidos produtos com uma certa substitutabilidade para a análise da variação de alíquotas. A simulação das variações das alíquotas sobre alguns produtos consumidos pelas famílias sinalizou, de uma forma geral, um aumento no nível de atividade econômica, no emprego e uma queda no índice de preços ao consumidor.

Capítulo 1

Tributação Ótima do Capital com Choques Aditivos e Multiplicativos na renda do Trabalho

1.1 Introdução

O presente artigo considera um modelo de tributação do capital para uma economia em que a renda do trabalho está sujeita a riscos idiossincráticos. Um questionamento fundamental a ser realizado é: quão importantes são as mudanças na acumulação de ativos por precaução para a propagação de choques de produtividade? Este questionamento é importante, pois as famílias tendem a acumular ativos por precaução diante da possibilidade de choques idiossincráticos em suas rendas e isto deve afetar sua escolha de consumo. Nesta proposta, as famílias são assumidas como imperfeitamente seguradas contra esse risco, elas respondem racionalmente a tais mudanças alterando seu estoque de reserva de riqueza por precaução. Tal fato, por sua vez, amplifica a resposta do consumo aos choques individuais e afeta o investimento em capital. Desta forma, o objetivo principal deste artigo é estudar a importância do risco individual de uma economia em um modelo com dois períodos e agentes heterogêneos. Em uma economia de dois períodos é possível avaliar o modo como cada dimensão de heterogeneidade afeta o sistema fiscal ótimo. Esta abordagem permite incorporar uma economia de precaução variável no tempo em análises de equilíbrio geral, utilizando-se métodos de solução simples. Este modelo gera uma distribuição de riqueza endógena com n estados e uma heterogeneidade de grande dimensão, implicada pelo modelo de agentes heterogêneos.

Um dos resultados conhecidos da literatura de Ramsey é o resultado do imposto zero sobre o capital no estado estacionário de Chamley (1986) e Judd (1985). Esse resultado do imposto de capital zero foi obtido em uma variedade de outras configurações, incluindo-se

um modelo com capital humano (Jones *et al.*, 1997), modelos de crescimento neoclássico com risco agregado (Zhu, 1992; Chari *et al.*, 1994) e modelos de geração sobrepostas, desde que os impostos sobre o trabalho possam ser condicionados à idade (Garriga, 2001). Por outro lado, Aiyagari (1995) argumenta que, se o risco idiossincrático não for segurável em razão de mercados incompletos e restrições de empréstimos, o imposto ótimo sobre a renda do capital é positivo devido à poupança por precaução. Golosov *et. al.* (2001) apresentam um modelo com choques idiossincráticos na renda do trabalho e informações privadas em que os impostos positivos sobre o capital, apesar de distorcerem a decisão de acumulação de capital, são ótimos porque melhoram a alocação do risco de renda, aliviando, assim, os efeitos que as fricções informativas têm nas alocações de consumo.

O trabalho de Easley, Kiefer e Posden (1993) desenvolve um modelo em que as famílias enfrentam riscos idiossincráticos não seguráveis; suas descobertas sugerem que, em geral, quando as famílias enfrentam riscos não seguráveis nos retornos de seu capital humano ou físico, é útil tributar a renda desses fatores. Esta tributação pode fornecer uma forma de seguro, e a provisão desse seguro por meio da política tributária produz uma melhoria do bem-estar no sentido de Pareto. Panousi e Reis (2014) e também Evans (2014) concentram-se no risco de investimento. As primeiras estudam a tributação ótima do capital em um ambiente em que os agentes enfrentam investimentos idiossincráticos não seguráveis ou risco na renda do capital, ou seja, as autoras combinam elementos de ambas as estruturas dos modelos de Mirrlees e Ramsey. Evans (2014), por sua vez, descobre que a presença de risco idiossincrático do investimento conduz a uma acumulação de capital inferior. Panousi e Reis (2016) estudam o risco idiossincrático individual em uma abordagem simples com risco na renda do trabalho e risco na renda do capital; assumem que as decisões de investimento são feitas antes mesmo que a incerteza seja realizada, de modo que a realização dos choques de capital e de renda do trabalho afete apenas o consumo atual. Tais autoras encontram que o imposto sobre o capital ótimo é positivo a longo prazo se houver apenas o risco de renda do capital.

Na classe de modelos de Bewley-Aiyagari com horizonte infinito (Bewley, 1977; Aiyagari (1994)), em que a partilha de risco é limitada devido a mercados de ativos incompletos, vários estudos analisam a fiscalidade otimizada considerando-se o efeito do seguro, bem como as distorções do trabalho e do capital. Neste capítulo apresentado da tese, o problema do risco idiossincrático de renda é feito com dois períodos e com choques multiplicativos e aditivos na renda do trabalho. A depender de suas realizações de produtividade, são feitas diferentes escolhas de poupança que levam à desigualdade de riqueza endógena. O custo da incerteza da renda do trabalho individual pode levar a uma sobreacumulação de capital, tal como a literatura sugere, e, portanto, a tributação da renda do capital pode ser positiva no último período.

A incompletude do mercado pode, com efeito, afetar o consumo agregado. Em particular, se o risco não segurável que as famílias enfrentam varia ao longo do tempo, haverá um mecanismo de precaução variável no tempo que pode gerar flutuações adicionais no consumo agregado que estão desconectadas da renda agregada. A literatura existente que estuda a contribuição do risco idiossincrático não segurável da renda para o ciclo econômico centrou-se na análise das flutuações da taxa de desemprego como fonte deste risco não segurável variável no tempo (Krusell e Smith, 1998). Neste capítulo da tese aqui apresentado, a incompletude do mercado afeta o consumo individual, de modo que os agentes serão atingidos por um choque diferente no segundo período, o que torna o consumo individual aleatório.

Neste capítulo, apresenta-se um modelo simples de poupança por precaução. O modelo destina-se a capturar os principais temas de uma ampla classe de modelos comumente usados nesta literatura. Um aumento na incerteza da renda do trabalho estimula as taxas de poupança, uma vez que as famílias acumulam um estoque maior de riqueza a fim de compensar choques adversos maiores ou mais frequentes. Do lado da teoria, existe uma longa tradição de modelos em que as mudanças nas expectativas geram flutuações na atividade econômica agregada (ver Cooper e John, 1988). Benigno e Fornaro (2016) argumentam que as expectativas de baixa demanda podem ser auto realizáveis, pois levam a lucros baixos, a baixo investimento em inovação, a baixo crescimento e a uma armadilha de estagnação no limite inferior.

Na análise padrão, a poupança por precaução é modelada como resultado da escolha otimizada, por parte de um consumidor, de como alocar recursos existentes entre o presente e o futuro, originalmente formulado em um modelo de dois períodos por Leland (1968) e estendido ao caso multiperíodo por Sibley (1975) e Miller (1976). O interesse adicional na poupança por precaução foi estimulado pela solução numérica de um modelo de referência por Zeldes (1989) e a conexão feita em Barsky, Mankiw e Zeldes (1986) entre a poupança por precaução e os efeitos da dívida pública.

Nas duas últimas décadas, muitos estudos empíricos tentaram determinar se, dentre os motivos da acumulação de riqueza, os indivíduos consideram a precaução como um fator importante. No entanto, evidências sobre este assunto relataram resultados mistos: Kuehlwein (1991), Guiso, Jappelli e Terlizzese (1992) e StarrMcCluer (1996), por exemplo, encontram pouca ou nenhuma poupança por precaução nos motivos de acumulação de riqueza; ao passo que Carroll (1994), Carroll e Samwick (1997, 1998) e Engen e Gruber (1995) encontram evidências de um motivo preventivo significativo.

O presente capítulo encontra-se dividido em duas partes, quais sejam: na primeira parte, a renda do trabalho é multiplicada por um choque idiossincrático; já na segunda, o choque idiossincrático é adicionado à renda do trabalho. O trabalho prossegue da seguinte forma:

em cada respectiva parte é apresentado o modelo, derivando o equilíbrio competitivo para a economia, bem como o plano ótimo de política para o planejador benevolente. Em seguida, é apresentada a conclusão do artigo.

1.2 Caso 1: Choque Multiplicativo na Renda do Trabalho

Nesta seção será apresentado o caso dos choques multiplicativos na renda do trabalho. Neste caso, o tamanho da renda deve diferenciar os níveis de consumo. Espera-se que, quanto maior o rendimento do trabalho, maior o risco e, portanto, menor consumo individual. Esta seção introduz a economia e deriva o equilíbrio competitivo. Considere uma economia de dois períodos habitada por um contínuo de agentes, idênticos *ex ante*.

1.2.1 O Ambiente Econômico

Famílias

Os agentes têm preferências, que são dadas por:

$$u(c_1) + \beta \sum_i [\pi(\epsilon_i)] [u(c_2^i)] \quad (1.0)$$

As famílias são idênticas *ex-ante*, mas heterogêneas *ex-post* devido a choques idiossincráticos de produtividade. As preferências são as mesmas para os indivíduos, em que $0 < \beta < 1$ é o fator de desconto, c_t para $t = 1, 2$ é o consumo individual. Os títulos da dívida pública b_t e o capital k_t são pagos em unidades do bem de consumo. As variáveis r_t e s_t são os retornos líquidos dos títulos públicos e do capital, respectivamente. No segundo período, há choques de produtividade idiossincráticos. Esses choques na renda do trabalho são multiplicativos. O trabalho neste modelo é dado como exógeno ($n = 1$). O consumidor recebe renda nos períodos 1 e 2. Então, no primeiro e segundo períodos, as restrições orçamentárias são dadas por:

$$c_1 + k_2 + b_2 = w_1 + (1 + r_1)b_1 + s_1k_1 + (1 - \delta)k_1 - \tau_1 \quad (1.1)$$

$$c_2^i = w_2(1 + \epsilon_i) + (1 + r_2)b_2 + (1 - \tau_2)s_2k_2 + k_2(1 - \delta) \quad (1.2)$$

Em que τ_1 e τ_2 são impostos e ϵ_i é o choque individual. A equação (1.2) representa o consumo individual no segundo período. Neste caso, o choque varia por indivíduo ϵ_i ,

então o consumo que é função do choque irá variar individualmente. No segundo período os indivíduos são heterogêneos devido ao choque no salário. As restrições (1.1) e (1.2) podem ser somadas (representação de dois períodos consecutivos) eliminando a quantidade b_2 para obter a seguinte restrição orçamentária intertemporal das famílias (ver Ljungqvist e Sargent (2004, *cap.16*)):

$$c_1 + \sum_i [\pi(\epsilon_i)] \left\{ \left[\frac{c_2^i}{(1+r_2)} \right] - \left[\frac{w_2(1+\epsilon_i)}{(1+r_2)} \right] \right\} = w_1 + (1+r_1)b_1 + s_1k_1 + (1-\delta)k_1 - T_1 + \frac{[(1-\tau)s_2 + (1-\delta)]k_2}{(1+r_2)} - k_2 \quad (1.3)$$

Os agentes recolhem suas participações iniciais na dívida pública b_1 , recebem renda w_1 e pagam impostos $(\tau_2 s_2 k_2, \tau_1)$. O choque de produtividade, ϵ_i , é um choque idiossincrático. Para resolver o problema, o Lagrangiano tem a seguinte forma:

$$\mathcal{L} = u(c_1) + \beta \sum_i \pi(\epsilon_i) u(c_2^i) + \lambda_1 [w_1 + (1+r_1)b_1 + s_1k_1 + (1-\delta)k_1 - \tau_1 - c_1 - k_2 - b_2] + \sum_i \lambda_{2,i} \pi(\epsilon_i) [w_2(1+\epsilon_i) + (1+r_2)b_2 + (1-\tau_2)s_2k_2 + k_2(1-\delta) - c_2^i] \quad (1.4)$$

Das Condições Necessárias da Primeira Ordem - CPOs, tem-se:

$$c_1 : u_c(c_1) = \lambda_1 \quad (1.5)$$

$$c_2^i : \beta u_c(c_2^i) = \lambda_{2,i} \quad (1.6)$$

$$k_2 : \sum_i \lambda_{2,i} \pi(\epsilon_i) [(1-\tau_2)s_2 + 1 - \delta] = \lambda_1 \quad (1.7)$$

$$b_2 : \sum_i \lambda_{2,i} \pi(\epsilon_i) (1+r_2) = \lambda_1 \quad (1.8)$$

Governo

No primeiro e segundo períodos, as restrições orçamentárias do governo são dadas por:

$$(1+r_1)b_1 + g_1 = b_2 + \tau_1 \quad (1.9)$$

$$g_2 + (1+r_2)b_2 = s_2\tau_2k_1 \quad (1.10)$$

A restrição orçamentária intertemporal do governo é dada por:

$$r_2b_2 + (1+r_1)b_1 + g_1 + g_2/(1+r_2) = s_2k_2\tau_2 + \tau_1 \quad (1.11)$$

É possível observar que, uma vez que este é um modelo de dois períodos, o equilíbrio exige que não haja ativos pendentes no final do período 2. O governo cobra receitas (τ_2, τ_1) e paga por g .

Firmas

O lucro da firma é dado por:

$$\pi_t = F(k_t, n_t) - w_t n_t - s_t k_t \quad (1.12)$$

Pela derivada da equação de euler é possível encontrar os seguintes resultados:

$$nF_n + kF_k = F(k, n)$$

$$w_t = F_n(k_t, n_t) \quad (1.13)$$

$$s_t = F_k(k_t, n_t) \quad (1.14)$$

A primeira equação mostra que o salário é igual ao produto marginal do trabalho, e a segunda equação mostra que o imposto sobre o aluguel é igual ao produto marginal do capital, em que $t = 1, 2$. É assumido no modelo retornos constantes de escala, assim é possível normalizar $n = 1$. Então, o capital será dado em termos per capita.

Equilíbrio Competitivo

Cada período, a economia está vinculada por três restrições de recursos:

$$c_1 + k_2 + g_1 = F(k_1, 1) + (1 - \delta)k_1 \quad (1.15)$$

$$c_2 + g_2 = F(k_2, 1) + (1 - \delta)k_2 \quad (1.16)$$

$$c_2^i = c_2 + \epsilon_i [F_n(k, n)] \quad (1.17)$$

A equação (1.17) caracteriza o equilíbrio competitivo e é uma restrição de recursos individual que mostra o fato de que as famílias terão diferentes níveis de consumo porque estão sujeitas a diferentes choques individuais. A política governamental do equilíbrio competitivo, as alocações e os preços são estabelecidos com base nas seguintes condições:

1. As famílias maximizam sua utilidade sujeita às restrições para ambos os tipos de agentes;

2. As empresas maximizam o lucro usando capital e mão-de-obra, o orçamento do governo é equilibrado;
3. Condição de Market clear:

$$c_2 = \sum_i c_2^i \quad (1.18)$$

Substituindo as equações (1.5), (1.6) e (1.14) na equação (1.7), a seguinte equação de Euler é alcançada:

$$\beta \sum_i \pi(\epsilon_i) [u_c(c_2^i) [(1 - \tau_2) F_k(k_2, 1) + 1 - \delta]] = u_c(c_1) \quad (1.19)$$

Substituindo equações (1.5) e (1.6) na equação (1.8):

$$\beta \sum_i \pi(\epsilon_i, i) [u_c(c_2^i)] (1 + r_2) = u_c(c_1) \quad (1.20)$$

Substituindo a equação (1.20) pela equação (1.19), a seguinte condição de arbitragem é obtida:

$$(1 + r_2) = 1 - \delta + F_k(k_2, n_2)(1 - \tau_2) \quad (1.21)$$

A condição de não arbitragem constitui uma condição para operações de capital e títulos que assegurem que dois ativos tem a mesma taxa de retorno.

1.2.2 O Problema do Planejador Central

A literatura de tributação ótima tem como objetivo encontrar um sistema fiscal factível que maximize uma função de bem-estar social da economia sujeita a um conjunto de restrições. Nesta seção, o problema da tributação é formulado. O problema é mostrado abaixo:

$$\begin{aligned} \mathcal{L} = & u(c_1) + \beta \sum_i \pi(\epsilon_i) u(c_2^i) + \rho_1 (F(k_1, 1) + (1 - \delta)k_1 - c_1 - k_2 - g_1) + \\ & \beta \sum_i \pi(\epsilon_i) \rho_2^i (F(k_2, 1) + (1 - \delta)k_2 - g_2 - c_2^i + \epsilon_i [F_n(k_2, 1)]) \end{aligned} \quad (1.22)$$

Neste problema o equilíbrio é de *Nash*, isto porque o governo não considera diretamente a função de reação das famílias. Como os indivíduos resolvem o seu problema olhando para a restrição média no segundo período e as decisões de consumo e investimento são

tomadas quando os agentes são homogêneos e então o problema fica semelhante ao de agente homogêneo. Dessa forma, o planejador central maximiza bem estar alocando o consumo direto para a sociedade de forma global.

Das Condições Necessárias da Primeira Ordem - CPOs, tem-se:

$$k_2 : -\rho_1 + \beta \sum_i \pi(\epsilon_i) \rho_2^i [F_k(k_2, 1) + (1 - \delta) + \epsilon_i [F_n k(k_2, 1)]] = 0 \quad (1.23)$$

$$c_2^i : u_c(c_2^i) - \rho_2^i = 0 \quad (1.24)$$

$$c_1 : u_c(c_1) - \rho_1 = 0 \quad (1.25)$$

Organizando as equações tem-se:

$$u_c(c_1) = \beta \sum_i \pi(\epsilon_i) u_c(c_2^i) [F_k(k_2, 1) + (1 - \delta) + \epsilon_i [F_n k(k_2, 1)]] \quad (1.26)$$

Comparando a equação (1.23) com (1.19), tem-se:

$$\beta \sum_i \pi(\epsilon_i) \epsilon_i F_{n,k}(k_2, 1) u_c(c_2^i) = \sum_i \pi(\epsilon_i) (-\tau_2) F_k(k, 1) u_c(c_2^i)$$

$$F_{n,k} \sum_i \pi(\epsilon_i) [u_c(c_2^i)] = -F_k \tau_2 \sum_i \pi(\epsilon_i) [u_c(c_2^i)]$$

Assim, o imposto ótimo para o período final é dado por:

$$\tau_2 = \frac{(F_{n,k} \sum_i \pi(\epsilon_i) (\epsilon_i u_c(c_2^i)))}{(-F_k \sum_i \pi(\epsilon_i) (u_c(c_2^i)))} \quad (1.27)$$

Aiyagari (1995) mostrou que a política fiscal ideal a longo prazo apresenta uma taxa de imposto positiva sobre a renda do capital em um modelo de horizonte infinito com mercados incompletos e agentes heterogêneos. Analisando a equação (1.27) é possível perceber que a utilidade marginal do consumo diminui com o aumento do consumo e o consumo depende positivamente do choque individual ϵ_i . Quanto maior o choque, maior o consumo individual e menor a utilidade marginal do consumo. Assim, a covariância entre o choque e a utilidade marginal do consumo é negativa. Além disso, a produtividade marginal da mão-de-obra aumenta com o aumento de capital e, portanto, é positiva. Concluímos, portanto, que o imposto sobre a renda do capital será positivo no período 2. Como o capital e o trabalho são complementares na produção, o imposto sobre o capital reduz o rendimento do trabalho. A tributação reduz o capital e, portanto, a produtividade marginal do trabalho.

1.3 Caso 2: Choque Aditivo na Renda do Trabalho

Nesta seção, é apresentado o caso de choques aditivos na renda do trabalho. Neste caso, o choque é independente do salário. Considera-se novamente uma economia de dois períodos habitada por um continuum de agentes.

1.3.1 O Ambiente Econômico

Famílias

As preferências das famílias são as mesmas que no caso anterior dado em (1), bem como a restrição orçamentária do período 1. Neste caso, as restrições de orçamento do período 2 são dadas por:

$$c_2^i = (w_2 + \epsilon_i) + (1 + r_2)b_2 + (1 - \tau_2)s_2k_2 + k_2(1 - \delta) \quad (1.28)$$

A restrição orçamentária intertemporal das famílias é dada por:

$$c_1 + \sum_i [\pi(\epsilon_i)] \left[\frac{c_2^i}{(1+r_2)} \right] = w_1 + \sum_i [\pi(\epsilon_i)] \left[\frac{w_2 + \epsilon_i}{1+r_2} \right] + (1+r_1)b_1 + s_1k_1 + (1-\delta)k_1 - \tau_1 + \frac{[(1-\tau_2)s_2 + (1-\delta)]k_2}{1+r_2} - k_2 \quad (1.29)$$

O resultado do problema das famílias é o mesmo que no caso anterior, já que o trabalho é exógeno.

Governo

As restrições orçamentárias do governo serão as mesmas que no caso anterior dadas por (1.9), (1.10) e (1.11):

$$(1 + r_1)b_1 + g_1 = b_2 + \tau_1$$

$$g_2 + (1 + r_2)b_2 = s_2\tau_k k_1$$

$$(1 + r_1)b_1 + g_1 + g_2/(1 + r_2) = k_2\tau_2 + \tau_1$$

Firmas

O problema da empresa é o mesmo que no caso anterior dado por (1.12), (1.13) e (1.14):

$$\pi_t = F(k_t, n_t) - w_t n_t - s_t k_t$$

$$w_t = F_n(k_t, n_t)$$

$$s_t = F_k(k_t, n_t)$$

Equilíbrio competitivo

Para o caso aditivo, apenas a restrição de recursos individuais é modificada, dada por:

$$c_2^i = c_2 + \epsilon_i \quad (1.30)$$

Neste caso, a magnitude do choque é a mesma para todos os indivíduos. As outras restrições e resultados do equilíbrio competitivo do caso anterior são os mesmos para este caso aditivo.

O Lagrangeano resolve o seguinte problema:

$$\begin{aligned} \mathcal{L} = & u(c_1) + \beta \sum_i \pi(\epsilon_i) u(c_2^i) + \lambda_1 [w_1 + (1 + r_1)b_1 + s_1 k_1 + (1 - \delta)k_1 - \tau_1 - c_1 - k_2 - b_2] + \\ & \sum_i \lambda_{2,i} \pi(\epsilon_i) [w_2 + \epsilon_i + (1 + s_2)b_2 + (1 - \tau_2)s_2 k_2 + k_2(1 - \delta) - c_2^i] \end{aligned} \quad (1.31)$$

1.3.2 O Problema do Planejador Central

O problema do planejador central na forma Lagrangeana tem a seguinte forma:

$$\begin{aligned} \mathcal{L} = & u(c_1) + \beta \sum_i \pi(\epsilon_i) u(c_2^i) + \rho_1 (F(k_1, 1) + (1 - \delta)k_1 - c_1 - k_2 - g_1) + \\ & \beta \sum_i \pi(\epsilon_i) \rho_2^i (F(k_2, 1) + (1 - \delta)k_2 - g_2 - c_2^i + \epsilon_i) \end{aligned} \quad (1.32)$$

Das Condições Necessárias da Primeira Ordem - CPOs, tem-se:

$$k_2 : -\rho_1 + \sum_i \pi(\epsilon_i) \rho_2^i (F(k_2, 1) + (1 - \delta)) = 0 \quad (1.33)$$

$$c_2^i : \beta [u_c(c_2^i)] - \rho_2^i = 0 \quad (1.34)$$

$$c_1 : u_c(c_1) - \rho_1 = 0 \quad (1.35)$$

$$u_c(c_1) = \beta \sum_i \pi(\epsilon_i) [u_c(c_2^i)] [F_k(k_2, 1) + (1 - \delta)] \quad (1.36)$$

Comparando a equação (1.19) com (1.36), tem-se:

$$\tau_{k,2} = 0 \quad (1.37)$$

Nesse caso, diferente do modelo de Aiyagari, a taxa de imposto sobre a renda do capital é igual a zero. Os agentes acumulam ativos em face de incertezas, mas o governo não tributa a renda do capital no período 2. O governo decide não tributar, pois considera o nível de capital acumulado ótimo.

1.4 Conclusões

Este trabalho relacionou-se com a literatura macroeconômica sobre tributação ótima, e utilizou elementos da tributação ótima de Ramsey. A maior parte da literatura tem se concentrado em mercados completos ou em mercados incompletos com mercados não seguráveis de risco de renda do trabalho, porém sem analisar o formato do choque efetuado sobre a renda do trabalho. Aiyagari (1995), por exemplo, estende a estrutura de mercados completos para incluir risco não segurável da renda do trabalho e restrições de empréstimo, e descobre que o imposto de capital ótimo é positivo a longo prazo.

Este artigo resolveu um problema de política fiscal ótimo em um modelo com agentes ex-ante idênticos, mas ex post heterogêneos. Em um ambiente com choques idiossincráticos inseguráveis em relação à renda do trabalho, cada trabalhador deve ajustar seu nível de consumo completamente, de modo a satisfazer sua restrição orçamentária. Tal risco é uma fonte empiricamente relevante de mercados incompletos que influencia as decisões de poupança de uma ampla gama de agentes.

O artigo contribui para a literatura de tributação ótima, ao mesmo tempo que permitiu transferências *lump sum* e choques aditivos e multiplicativos na renda do trabalho, e mostra que, para o caso multiplicativo, a tributação positiva da renda do capital a longo prazo se estende ao caso em que os mercados estão incompletos devido à presença do risco idiossincrático na renda do trabalho. Para choques aditivos, diferentes do modelo de Aiyagari, foi encontrado que a taxa de imposto sobre a renda do capital é igual a zero.

Capítulo 2

Impostos e Dívida Pública com Agentes Heterogêneos

2.1 Introdução

O que torna o estudo do problema de tributação ótima tão relevante e, ao mesmo tempo, complexo é o fato de que se trata de um modelo de principal e agente. O governo (o principal) quer escolher uma alocação ótima para maximizar o bem-estar social. No entanto, na busca de seus objetivos está sujeito não somente a uma restrição de recursos, mas, também, está limitado pelas ações do contribuinte (o agente), que tem liberdade para escolher aquilo que achar melhor para si. A escolha de não comprometimento de objetivos bem definidos entre agentes pode afetar as condições de equilíbrio em um determinado mercado (Costa, 2010)

Ao contrário do que acontece com as políticas conduzidas segundo regras, às políticas discricionárias ¹ estão associados a problemas de inconsistência intertemporal (Kydland e Prescott, 1977). Supondo o anúncio de uma política na data t , para um horizonte de tempo superior a $t + k$, essa política pode ser abandonada pelos agentes políticos na data $t + k$ e, ao modificar no futuro as políticas anunciadas no presente geram nos agentes econômicos racionais uma antecipação dessa mesma atitude. Kydland e Prescott (1977) concluem que o bem-estar futuro será menor, relativamente aquele que seria proporcionado por agentes políticos fiéis.

O aspecto intertemporal da política fiscal é importante porque qualquer governo pode enfrentar choques fiscais. Estes podem vir de uma ampla variedade de fontes: ciclo de negócios, crises financeiras e a transição de um sistema econômico centralizado para um sistema descentralizado. Em qualquer destes casos, o governo deve escolher entre várias

¹As políticas discricionárias são consideradas circunstanciais, ou seja, adotadas quando considerado necessárias.

políticas para acomodar o choque. Por exemplo, um choque negativo pode ser absorvido por um aumento dos impostos ou novas emissões de dívida a serem reembolsadas com impostos.

Este artigo apresenta alguns modelos de tributação ótima. Na primeira parte será abordada a questão da taxa ótima sobre a renda do trabalho quando o governo não pode se comprometer com sua política futura. A partir disso, uma questão que se coloca é: A habilidade do governo para emissão de dívida pode afetar as propriedades de taxa ótima? Uma boa compreensão deste ponto ajudará a abordar importantes questões, como por exemplo, se a taxa de imposto deve aumentar ou reconsiderar o limite da dívida quando a economia está próxima a um default.

Neste ensaio será adotado um ambiente em que um governo benevolente deve decidir como financiar despesas governamentais exógenas através de taxas sobre renda do trabalho e através de emissão de dívida. É um modelo diferente do capítulo 1, pois no modelo anterior o equilíbrio era de *Nash* e aqui será de *Stackelberg*. Este último equilíbrio é encontrado a partir da função de reação das famílias heterogêneas que o governo considera ao maximizar o bem estar das famílias. Além disso, as famílias são heterogêneas em todos os períodos. No modelo proposto neste presente trabalho é analisado como o governo se comporta ao observar as estratégias das famílias. Um governo diferente escolhe sua estratégia ótima, antecipando como as famílias responderão às suas ações em um jogo de líder e seguidor como nos modelos de *Stackelberg*. Existe a possibilidade de perda de comprometimento do equilíbrio fiscal em que a reputação sustentará o equilíbrio das políticas. A partir disso, se o governo não cumpre as políticas de equilíbrio fiscal, a emissão de mais dívida para financiar os gastos exógenos é inviabilizada. Desse modo, a única forma de financiar a dívida pública será através dos impostos sobre renda do trabalho.

Esta primeira parte deste capítulo 2 está relacionada com os trabalhos de Chari e Kehoe (1990), Chang (1998), Phelan e Stacchetti (2001), Reis (2013), Bhandari, Evans, Golosov e Sargent (2016), Domínguez (2010) e Feng (2015). Estes autores estudam políticas ótimas, mas sem comprometimento, caracterizando o equilíbrio sustentável sequencial. Chari e Kehoe (1990), por exemplo, fornecem uma caracterização completa do equilíbrio sustentável para uma variante do modelo de Gali, de tributação do capital. Bhandari *et al.* (2016) estudam a dívida pública em uma economia na qual os impostos e transferências são escolhidos sujeitos às diversas capacidades de pagamento dos agentes heterogêneos. Assume-se um governo que se compromete com as políticas e pode impor os pagamentos de impostos e dívidas aos agentes. Feng (2015) estuda os efeitos de impostos no rendimento do capital e o bem-estar, mas, não há emissão de dívida do governo. Domínguez (2010) aponta, em um modelo sem capital, que um limite para a dívida do governo pode ser benéfico para eliminar alguns equilíbrios ruins. A partir disto, será feito um exemplo analítico a fim de encontrar os níveis

de equilíbrio e examinar os custos de bem-estar em uma economia sem comprometimento.

Além disso, para entender se a dívida é muito alta ou muito baixa, é necessário, também, compreender quem deve o que, quando e a quem. As preocupações de distribuição constituem uma razão natural para se recorrer à tributação com distorção (Mirrlees, 1971). Se os trabalhadores são heterogêneos em relação à produtividade do trabalho, e se essa característica não é observável, ou se por algum motivo os impostos não podem ser condicionados a eles, então a sociedade não pode atingir nenhuma alocação first best. Em contraste, ao tributar diferenças, como a renda, a redistribuição é possível, embora com uma perda de eficiência. Tal equilíbrio entre redistribuição e eficiência fornece um fundamento para a regra de impostos com distorção.

A heterogeneidade afeta os preços e quantidades de um equilíbrio agregado. Por exemplo, o risco idiossincrático não segurável da renda implica em precaução e em uma motivação pela poupança que aumenta a riqueza agregada (como apresentado no capítulo anterior) e reduz a taxa de juros de equilíbrio (Huggett, 1993). Heathcote (2005) constata que as mudanças nos níveis dos impostos, que se mostram neutras em um modelo com agente representativo, revelam ter grande efeito real em um modelo com agentes heterogêneos e mercados incompletos. Como exemplo, em um ambiente com oferta de mão de obra endógena, mudanças na magnitude do risco idiossincrático da renda afetam a produtividade agregada do trabalho (Heathcote et al., 2008).

A introdução da heterogeneidade pode mudar a resposta às questões de bem-estar. Lucas (1987) mostrou que as flutuações agregadas têm um valor muito pequeno no impacto do bem-estar de um consumidor representativo. Uma razão pela qual tal conclusão é dada, é que as economias com mercados incompletos apresentam um ambiente natural no qual flutuações podem ter efeitos de bem-estar assimétricos entre agentes heterogêneos. Em Storesletten *et al.* (2009), por exemplo, as famílias com limitações de liquidez são atingidas com choques de produtividade agregada. O custo das flutuações agregadas pode ser muito maior para um determinado agente do que para um representante hipotético. Esta tese propõe que a dívida pública atue em uma economia com agentes heterogêneos em produtividade. Agentes com maior produtividade detêm uma maior quantidade de ativos, pois possuem renda maior para adquirir mais ativos.

Na segunda parte deste ensaio é apresentado um modelo de horizonte infinito. A tributação é sobre os rendimentos dos títulos de dívida pública e, por simplificação, a renda do trabalho é dada exógena. A heterogeneidade é dada a partir da demanda pelos títulos do governo. Um agente adquire maior quantidade e outro menor quantidade do ativo. Os impostos desempenham um papel importante no processo de tomada de decisão dos indivíduos em relação aos seus planos de consumo e investimento. A tributação dos retornos sobre

ativos financeiros altera os benefícios da poupança para consumo futuro e, portanto, afeta o *trade-off* entre consumo atual e investimento. Neste modelo o comprometimento do governo com a tributação será completo. Dammon, Spatt e Zhang (2001) analisam o consumo dinâmico ótimo, políticas de investimento e liquidação para o caso de um único ativo de risco. Os autores analisam a decisão de investimento e consumo ao longo da vida do investidor na presença de ganhos de capital, impostos e restrições de venda a descoberto. Constantinides (1983) examina o efeito dos impostos sobre ganhos de capital sobre as decisões de investimento e consumo intertemporal ótimo dos investidores e sobre os preços dos ativos de equilíbrio. Neste ensaio, a cada período o governo escolhe um nível de dívida para um dado nível de imposto em que este último não varia ao longo do tempo. O objetivo, então, é encontrar o nível ótimo de dívida pública dado um nível de imposto. As condições de *market clearing* são encontradas e o problema da família é dado de forma recursiva.

Na próxima seção será apresentada a literatura relacionada ao tema. A seção seguinte expõe um exemplo numérico com dois períodos, logo após, o modelo com horizonte infinito com o ambiente econômico². E por fim, as conclusões do artigo.

2.2 Modelos com Perda de Comprometimento

Em um ambiente em que os mercados são completos e a política fiscal é escolhida por um governo benevolente com comprometimento completo, tal como retratados em Lucas e Stokey (1983), a dívida de longo prazo depende das condições iniciais. Dado que as condições iniciais são exógenas ao modelo e empiricamente difíceis de determinar, tal teoria não pode explicar o que induz os países a acumularem dívida subótimas. Se os mercados estiverem incompletos, tal como caracterizados em Aiyagari (2002) e Reis (2013), torna-se mais complicado, pois o governo acumula dívida subótima. Alguns estudos na literatura de economia política, como os de Alesina e Tabellini (1990) e também de Persson, mostraram que o desacordo entre diferentes formuladores de políticas leva a um elevado nível ineficiente da dívida. O desacordo político constitui uma limitação natural para a capacidade de se comprometer. Por esta razão, a falta de comprometimento é uma suposição simultânea de muitos modelos de economia política. Ortigueira (2008) analisam a dinâmica da dívida sem comprometimento. A economia possui acumulação de capital, mas com trabalho exógeno e taxa de imposto igual para todas as fontes de renda. Os autores acham que um dos equilíbrios está associado à emissão de dívida pública. Alguns trabalhos recentes têm estudado o papel da dinâmica do comprometimento na economia política. Song (2006) consideram um modelo com gerações sobrepostas e com conflitos políticos intergeracionais sobre os bens públicos,

²Os resultados encontrados neste artigo foram calculados a partir do *software* Mathematica

em que o problema do comprometimento surge devido ao comportamento de voto endógeno.

Grechyna (2016) analisa o efeito da ausência de comprometimento do governo sobre as propriedades cíclicas das variáveis fiscais, comparando-as com o caso de comprometimento total. A autora utiliza uma versão da política fiscal ótima do modelo desenvolvido por Lucas e Stokey (1983) com títulos públicos e com gastos públicos endógenos. No artigo o governo re-otimiza seu plano fiscal em cada período, levando em consideração o estado atual da economia e o efeito da política atual sobre política futura antecipada (são considerados os equilíbrios perfeitos de Markov). Os resultados apontam que a ciclicidade e a persistência das variáveis não são significativamente afetadas se o governo re-otimiza sua política em cada período em vez de se comprometer com um plano escolhido uma vez por um número infinito de períodos de tempo no futuro. Esse resultado sugere que o momento da elaboração de políticas não é necessariamente a força determinante dos resultados do modelo. O artigo também mostrou que os parâmetros da função de utilidade podem afetar as propriedades cíclicas das variáveis fiscais. Em particular, a relação entre as elasticidades intertemporais de substituição do consumo privado e público definem a direção das respostas da dívida pública, déficits e impostos sob choques de produtividade do trabalho.

Roberds (1987) desenvolveu uma abordagem, recentemente estendida por Schaumburg e Tambalotti (2007), bem como por Debortoli e Nunes (2010), que retrata a dicotomia "comprometimento vs. discricção". Os tomadores de decisões políticas são dotados com uma tecnologia de comprometimento, mas com algum conhecimento exógeno eles podem sofrer a tentação de rever seus planos. Essa abordagem tem sido rotulada de "quase comprometimento". Várias questões podem ser propostas com essa abordagem: Quais são os ganhos de conseguir mais credibilidade? Como é que a possibilidade de reotimizações afeta resultados atuais e as promessas? Quais são as consequências da revisão dos planos de política? Pouzo e Presno (2016) analisam o problema da dinâmica da tributação de um governo benevolente com acesso a impostos sobre o trabalho e dívidas não estatais em uma economia fechada. Assumem que o governo não pode se comprometer a pagar dívida; no caso de não comprometimento, o governo entra em autarquia financeira temporária, situação em que enfrenta ofertas aleatórias exógenas para pagar uma fração da dívida a uma determinada taxa. O governo pode aceitar a oferta e sair da autarquia financeira ou permanecer na autarquia à espera de novas ofertas. Assim, as famílias podem trocar dívida em um mercado secundário do qual o governo é excluído durante o período de não comprometimento. É assumido que o governo se compromete com o seu caminho ótimo de impostos enquanto a economia não estiver na autarquia financeira. Kehoe e Levine (1993), Kocherlakota (1996) e Alvarez e Jermann (2000) estudam alocações eficientes em economias com dotações dinâmicas em que os agentes se asseguram contra choques idiossincráticos nas dotações sujeitos às restrições

de participação. A penalidade do não comprometimento das obrigações é a exclusão dos mercados financeiros ou o confisco dos ativos, tal como demonstram Chien e Lustig (2010).

O comportamento do ciclo de negócios dos mercados em que os agentes podem escolher não assumir suas dívidas é crescente na literatura. Kehoe e Perri (2002) examinam contratos de dívida sujeitos a uma restrição de participação. A inadimplência não aumenta explicitamente no equilíbrio devido à capacidade de escrever contratos compatíveis com incentivos a pagamentos. Vários artigos, como por exemplo, Arellano (2008), Aguiar e Gopinath (2006), introduziram o não comprometimento de dívida soberana em modelos de ciclo de negócios, a fim de captar algumas regularidades empíricas de pequenas economias emergentes abertas. Mais especificamente, eles seguem a estrutura de Eaton e Gersovitz (1981) para um modelo dinâmico de equilíbrio geral estocástico. Estes modelos geralmente são capazes de explicar, com relativo sucesso, a evolução da taxa de juros, produção, consumo e taxa de câmbio real. No entanto, eles não capturam o efeito da inadimplência sobre os esquemas tributários.

Trabalhos recentes sobre política monetária e fiscal ótima em modelos novos keynesianos sugerem que é ótimo permitir que a dívida estacionária siga uma caminhada aleatória. Leith e Wren-Lewis (2013), consideram a natureza da incoerência temporal envolvida nessa política e sua implicação para a formulação de políticas discricionárias. Os autores mostram que os governos são inclinados, diante das expectativas inflacionárias, a usar seus instrumentos monetários e fiscais no período inicial para mudar o peso da dívida final. Eles demonstram que esta inclinação só é eliminada se, a partir dos choques seguintes, a nova dívida no estado estacionário é igual ao nível de dívida original (eficiente), embora não haja um objetivo de dívida explícito na função objetiva do governo. De maneira rigorosa em uma série de simulações numéricas, eles mostram que o instrumento que é usado para estabilizar a dívida depende crucialmente do grau de inércia nominal e do tamanho do estoque da dívida. É mostrado também que as consequências no bem-estar da introdução da dívida são insignificantes para as políticas de pré-comprometimento, mas podem ser significativas para políticas discricionárias. Finalmente, é avaliada a credibilidade da política de comprometimento considerando uma política de quase comprometimento, que permite diferentes probabilidades de renunciar às promessas passadas.

Existe, também, uma larga literatura sobre taxação ótima de Ramsey. O resultado de taxação zero do capital foi obtido em uma variedade de ajustes, incluindo um modelo com Capital Humano (Jones, Manuelli, Rossi, 1997), modelos de crescimento neoclássico com risco agregado (Zhu, 1992), e também modelos de geração sobreposta, desde que o trabalho possa ser condicionado a impostos por idade (Garriga, 2001). Por outro lado, houve uma tentativa de encontrar algumas razões cruciais para explicar por que o imposto sobre o rendimento de capital é positivo no longo prazo na literatura de Ramsey. Aiyagari (1995)

argumenta que, se o risco idiossincrático não é segurável porque os mercados de seguros são incompletos e têm empréstimos limitados, o imposto no capital é positivo devido à poupança por precaução. Assim, taxar capital afetaria o valor da opção de default no modelo com comprometimento limitado e, então, o desenho da partilha de risco da economia. Se não existir comprometimento limitado, então a taxação ótima da renda do capital será zero. Feng, Miao, Peralta-Alva e Santos (2014) apresentam um método recursivo para a simulação numérica dos modelos de equilíbrio dinâmico, sendo evidenciadas suas propriedades de convergência e precisão. É estudada uma economia com gerações sobrepostas (OLG) de Kubler e Polemar-chakis (2004), com introdução de moeda. O método baseia-se em um operador convergente sobre um conjunto alargado de variáveis de estado. O ponto fixo deste operador define um conjunto de todos os equilíbrios Markovianos. São estudadas as propriedades de aproximação do operador. Este algoritmo numérico também é aplicado para vários modelos com agentes heterogêneos, restrições ao crédito, mercados incompletos, impostos e moeda.

Uma crescente literatura surgiu a partir do trabalho seminal de Barro (1983), destacando o papel dos motivos de suavização dos impostos na concepção de políticas fiscais e de dívida política. Em uma estrutura determinista de equilíbrio parcial, Barro (1983) assume que o governo financia uma sequência exógena de despesas públicas, através da cobrança de impostos ou emissão de dívida. Barro mostra que o governo quer suavizar distorções fiscais entre períodos, recorrendo à emissão de dívida para financiar aumentos temporários dos gastos públicos. Em um ambiente estocástico, o modelo prevê uma resposta randômica aleatória da dívida e impostos à despesa pública. Em um cenário com governantes, que emitem dívida, tributam capital e não se comprometem com políticas futuras, Aguiar e Amador (2011), M. encontram condições nas quais as alocações ótimas não apresentam distorções devido aos impostos no limite. Além disso, os autores caracterizam as velocidades de convergência e analisam como as fricções diminuem a velocidade da taxa de convergência. Shin (2006) estende o modelo de Aiyagari (2002) à duas famílias com aversão ao risco que enfrentam risco idiossincrático da renda. O planejador Ramsey do modelo de Shin (2006) equilibra dois motivos de auto-seguro: suavização de impostos agregados e suavização de consumo individual.

Angeletos (2002) e Buera e Nicolini (2004) assumem que os mercados são incompletos. O governo negocia apenas dívida livre de risco com vários prazos de vencimento. Os autores mostram que é possível replicar as alocações de mercados completos quando são negociados prazos suficientes e quando caracterizam a estrutura de vencimento ótima da dívida pública. Werning (2005) revisita o modelo de Aiyagari (2002) e desenvolve uma representação recursiva com três variáveis de estado: dívida, utilidade marginal da dívida em um período a frente e o estado do processo de Markov. Desenvolver uma abordagem recursiva utilizando apenas variáveis diretamente ligadas à alocação permite uma melhor compreensão das propriedades

de Ramsey e simplifica os cálculos e as simulações numéricas.

A recente acumulação de dívida em muitos países como é o caso brasileiro tem destacado a importância de compreender o *trade off* entre dívida pública e impostos para o financiamento dos gastos públicos. Neste sentido, são feitos dois exercícios. O primeiro estará inserido em uma economia com dois períodos e dois agentes heterogêneos em renda do trabalho. Em equilíbrio a soma da demanda de cada indivíduo por títulos da dívida pública será igual a emissão desta variável pelo planejador central. Em seguida é apresentada a abordagem de uma economia com horizonte infinito e mercados completos.

2.3 A Economia de Ramsey com Dois Períodos

2.3.1 Ambiente Econômico

Famílias

As famílias derivam a utilidade do consumo c_t^i . Elas descontam o futuro à taxa β , com $0 < \beta < 1$, tal que a utilidade ao longo do tempo das famílias é dada por:

$$\sum_i [u(c_1^i) + \beta u(c_2^i)]$$

Para cada unidade de trabalho, as famílias, após as taxas lineares ³ sob os salários, recebem $w_t(1 - \tau)$. O governo pode pegar emprestado das famílias usando títulos do governo. O governo, a princípio, pode decidir não pagar os títulos. Seja d uma função indicador para a possibilidade de default, ou seja, não comprometimento da dívida do governo.

O valor de b_g , assumido como a dívida pública do governo, é o montante consistente com o equilíbrio de mercado no mercado de títulos públicos, uma vez que é assumido que a dívida é inteiramente detida pelos agentes. A variável r_t é o retorno líquido dos ativos. Assim, a restrição orçamentária das famílias no período 1, será:

$$c_1^i + p_1 b^i = w(1 - \tau)n^i \quad (2.1)$$

No período 2, caso o governo cumpra sua obrigação de dívida, a restrição orçamentária das famílias será dada por:

$$c_2^i = w(1 - \tau)n^i + r_2 b^i + b^i \quad (2.2)$$

³Nesta tese o objetivo não é verificar a resposta da mão-de-obra às mudanças marginais no imposto sob a renda do trabalho, como ocorre no Modelo de Mirrlees. O objetivo neste trabalho é encontrar o *second best* e as taxas são lineares à renda do trabalho.

Caso o governo não cumpra sua obrigação de dívida, o consumo é reduzido e a restrição orçamentária passa a ser dada por:

$$c_2^i = w_2^i(1 - \tau)n_2^i \quad (2.3)$$

Os agentes recebem o pagamento em suas participações iniciais na dívida pública b^i . A renda líquida de impostos é utilizada para financiar o consumo. Para resolver o problema das famílias o lagrangeano toma a seguinte forma:

$$\begin{aligned} \mathcal{L} = \sum_i [u(c_1^i) + \beta u(c_2^i) + \\ \lambda_1^i [w_2^i(1 - \tau)n_2^i - p_1 b^i - c_1^i] + \lambda_2^i (1 - d) [(w_2^i(1 - \tau)n_2^i + (r_2 b^i + b^i) - c_2^i) + d(w_2^i(1 - \tau)n_2^i - c_2^i)] \end{aligned} \quad (2.4)$$

As condições de primeira ordem são dadas por:

$$c_1^i : u_c(c_1^i) = \lambda_1^i \quad (2.5)$$

$$c_2^i : \beta u_c(c_2^i) = \lambda_2^i \quad (2.6)$$

$$b^i : \lambda_2^i \sum_i [(1 - d)(r_2 + 1)] = p_1 \lambda_1^i \quad (2.7)$$

Governo

O governo é benevolente, o que significa que ele maximiza a utilidade das famílias. A receita recebida é proporcional as taxas sobre a renda do trabalho em cada período. Assim, a restrição orçamentária do governo no período 1 é:

$$g_1 = wn\tau + p_1 b_g \quad (2.8)$$

Caso o governo pague sua dívida a sua restrição orçamentária no período 2, será:

$$g_2 + r_2 b_g + b_g = wn\tau \quad (2.9)$$

Caso escolha não cumprir suas obrigações, a única forma de financiar seus gastos será através das taxas sobre a renda do trabalho. Sua restrição orçamentária torna-se:

$$g_2 = wn\tau \quad (2.10)$$

Em equilíbrio, a distribuição da dívida deve ser tal que:

$$1 = b^L/b_g + b^H/b_g \quad (2.11)$$

Em que b^L é a dotação de títulos dos agentes que possuem um estoque de dívida menor e b^H é a dotação de títulos dos agentes que possuem um estoque de dívida maior.

No equilíbrio competitivo as seguintes condições são satisfeitas:

1. Famílias maximizam suas utilidades sujeitas as restrições para ambos os tipos de agentes.
2. O orçamento do governo é equilibrado.

Substituindo a equação (2.5) e (2.6) na equação (2.7), tem-se a equação de Euler:

$$\beta u_c(c_2^i) \sum_i [(1-d)(r_2+1)] = p_1 u_c(c_1^i) \quad (2.12)$$

Caso o governo resolva escolher não cumprir com suas obrigações ($d = 1$), o benefício marginal de uma unidade a mais de dívida é zero. Dessa forma, quanto maiores forem os gastos do governo no período 1, maior probabilidade de não comprometimento da dívida implicando em um benefício marginal esperado de uma unidade extra de poupança menor. O preço de equilíbrio será menor e os impostos sobre a renda do trabalho maiores.

2.3.2 O Problema de Ramsey

A literatura de tributação ótima tem como objetivo encontrar o sistema de taxas que maximiza a função de bem estar social da economia. Pela racionalidade, assume-se que o planejador central estima a demanda e preço de equilíbrio dos mercados em função do esquema de tributação. Será convencionado que $\tau \in [0, 1]$. Os agentes são indexados em indivíduos de baixa produtividade $i = L$ e indivíduos de alta produtividade $i = H$. O problema do planejador central, então, seria escolher um esquema de tributação, tal que:

$$\hat{\tau} = \operatorname{argmax} \left\{ \hat{\omega} \left(\tilde{c}(\hat{b}(\tau), \tau) \right) \right\} \quad (2.13)$$

s.a:(2.8), (2.9) e (2.10)

Dessa forma, o governo maximiza as seguintes funções de bem estar no período 2 para os dois indivíduos os de baixa produtividade, com utilidade u^L e os de alta produtividade com utilidade u^H :

$$W^{d=0}(b^i, \tau, d) = \max_{b^i, \tau} (u^L(w(1 - \tau)n^L + R_1 b^L + b^L)) + (u^H(w(1 - \tau)n^H + R_1 b^H + b^H)) \quad (2.14)$$

$$W^{d=1}(\tau, d) = \max_{\tau} (u^L(w(1 - \tau)n^L)) + (u^H(w(1 - \tau)n^H)) \quad (2.15)$$

s.a:(2.8), (2.9) e (2.10)

Uma característica importante do problema é que os agentes levam em conta a possibilidade de inadimplência na escolha das participações dos títulos. Como resultado, tudo mais igual, uma maior probabilidade de inadimplência resulta em menor demanda por títulos públicos, preços de títulos de equilíbrio mais baixos e impostos mais altos.

2.3.3 Exemplo Analítico – Modelo com Dois Períodos e Agentes Heterogêneos em Renda do Trabalho

Inicialmente, será considerado um modelo com dois períodos. Os preços são endógenos, o governo irá escolher a quantidade emitida de títulos no mercado e esta será a quantidade comprada pelos agentes. O título público tem um preço endógeno possivelmente diferente de 1, pois diferentemente dos outros modelos, não é considerado lastreado pelo bem de consumo diretamente. Existem dois agentes que possuem produtividades distintas, com salários representados por w^i e maximizam seus benefícios e um planejador central que maximiza o bem-estar social. O planejador central estabelecerá uma alíquota, uma sobre a renda dos indivíduos no primeiro e no segundo períodos. Além disso, o planejador central emitirá b_g de dívida pública com promessa de pagamento no período seguinte, acrescido dos juros r . Os agentes serão indexados por $i = L$ caso possuam produtividade baixa e $i = H$ caso possuam produtividade alta e possuem suas preferências descritas por uma função utilidade $u^i(\log c_t^i)$ para $c^i = (\log c_1^i, \log c_2^i)$ em que c_1^i é a quantidade consumida de bens no período 1 pelo agente i , e c_2^i , a quantidade consumida de bens no período pelo agente i . As restrições orçamentárias dos indivíduos para os períodos 1 e 2 são dadas por:

$$c_1^i(b^i, p_1, d) = (1 - \tau)w^i - pb^i$$

$$c_2^i(b^i, p_1, d) = (1 - \tau)w^i + rb^i(1 - d) + b^i(1 - d)$$

A partir da interação dos agentes no mercado financeiro a demanda por títulos públicos será dada por:

$$\hat{b}^i(\tau, d, p_1) = \frac{(p_1 + \beta(1 + r)(1 - d))(1 - \tau)w^i}{(1 + \beta)p_1(1 + r)(1 - d)} \quad (2.16)$$

Observa-se, claramente, que a demanda por títulos depende positivamente da renda líquida dos agentes. Caso o governo escolha utilizar uma política de redução dos impostos sob a renda do trabalho, dado um mesmo nível de gastos exógenos e assumindo que não ocorrerá o *default*, ele ofertará mais títulos para cobrir suas despesas e os agentes terão mais renda disponível para adquirir mais ativos. Desta forma, quanto menor os impostos, maior a demanda por títulos públicos.

O preço $\hat{p}(\tau, d, b_g)$ satisfaz:

$$b_{geq} = \sum_i b^i(\hat{p}(\tau, d, b_g), \tau, d) \quad (2.17)$$

Assim, o preço de equilíbrio encontrado é:

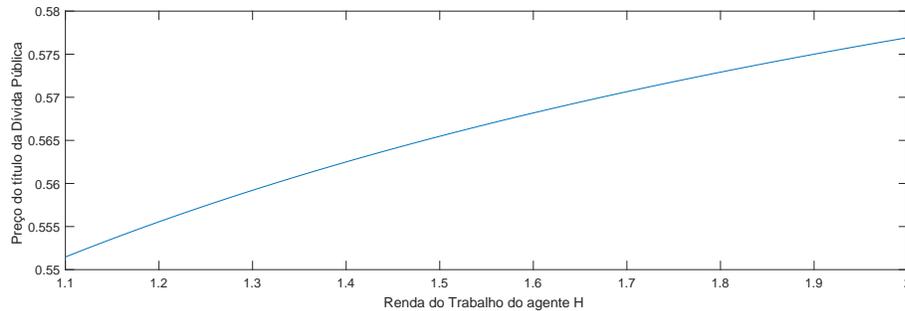
$$\hat{p}(\tau, d, b_g) = \frac{\beta(1 + r)(1 - d)(1 - \tau)(w^L + w^H)}{b_g(1 + \beta)(1 + r)(1 - d) - (1 - \tau)(w^L + w^H)} \quad (2.18)$$

O preço de equilíbrio depende inversamente da oferta de títulos públicos feita pelo governo. Desta forma, quanto maior a oferta menor será o preço de equilíbrio. É possível perceber, também, que quanto maior a renda dos indivíduos maior será a demanda por títulos e, portanto, maior o seu preço. A figura 2.1 mostra um exemplo em que existe comprometimento. É suposto, inicialmente, que $\beta = 0.5$, $w_t^L = 1$, $w_t^H = 1.1$, $g_1 = 0.6$, $g_2 = 0.4$ e o retorno do título da dívida $r = 0.25$. O resultado revela que um crescimento da renda do indivíduo H para $w_t^H = 2$ aumenta a demanda por títulos e, então, o preço do título público. Apesar disso, a taxa de crescimento do preço dos títulos públicos diminui. Se a renda do indivíduo aumentar muito a propensão a poupar tende a diminuir, reduzindo preços.

A partir disto, o governo maximiza⁴ a função de bem estar social e encontra o valor ótimo da oferta de dívida pública e dos impostos sobre a renda do trabalho. A oferta de títulos sobre equilíbrio será dada por:

⁴O teste da matriz hessiana forneceu uma condição necessária e suficiente para ser um máximo. O resultado encontrado foi que a função hessiana deste modelo é negativa definida, sendo, desta forma, estritamente côncava.

Figura 2.1: Impacto do aumento da Renda do Trabalho do agente H sobre o preço do Título da Dívida Pública



Fonte: Elaboração própria.

$$\hat{b}_{geq}(d) = \frac{(g_1 - g_2)(w^L + w^H - g_2)}{(1 + r)(1 - d)(w^L + w^H - g_2 - \beta(w^L + w^H - g_1))} \quad (2.19)$$

A oferta de títulos dependerá da diferença de gastos do governo nos dois períodos. Caso $g_1 - g_2 > 0$, a oferta de títulos será positiva. Desta forma, o governo emitirá dívida para juntamente com os impostos sobre a renda do trabalho financiar seus gastos. Quando os gastos forem iguais, não haverá dívida e os gastos públicos serão plenamente financiados por impostos sobre a renda do trabalho. A partir da diferença entre as restrições orçamentárias do governo (2.9) e (2.8), é possível perceber que os gastos do primeiro período são maiores do que os do segundo período, dado que a demanda por títulos é positiva:

$$(g_2 - g_1) = -b_g(r_2 + 1 + p_1)$$

Para valores suficientemente altos de \hat{b}_g , o governo escolhe $d = 1$. Neste caso, o equilíbrio para b_g é impossível, uma vez que os agentes não estariam dispostos a comprar a dívida a qualquer preço. Estes valores de b_g , são, portanto, insustentáveis *ex ante* (isto é, estes níveis não podem ser vendidos).

A solução do problema de maximização do bem estar social para encontrar os impostos ótimos é:

$$\hat{\tau} = \frac{\beta g_2(w^L + w^H) + g_1(w^L + w^H - g_2(1 + \beta))}{(w^L + w^H)(w^L + w^H - g_2 + \beta(w^L + w^H - g_1))} \quad (2.20)$$

O imposto ótimo é independente da escolha de não comprometimento da dívida. Em uma análise direta, o aumento de uma unidade de gasto público no primeiro e no segundo períodos provoca aumento do nível de tributos:

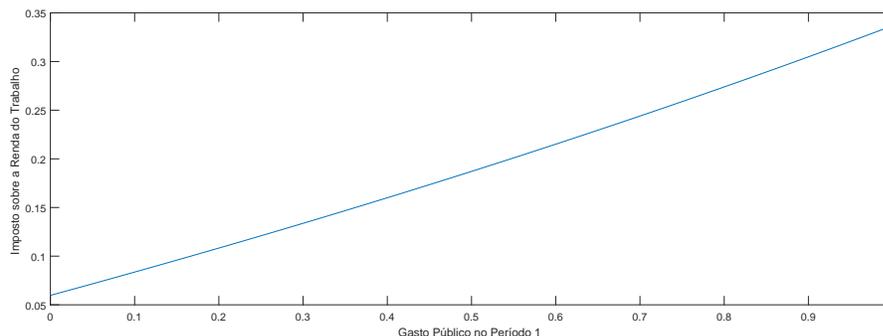
$$\frac{\partial \hat{t}}{\partial g_1} = \frac{(1 + \beta)(w^L + w^H - g_2)^2}{(w^L + w^H)(w^L + w^H - g_2 + \beta(w^L + w^H - g_1))^2} \quad (2.21)$$

$$\frac{\partial \hat{t}}{\partial g_2} = \frac{\beta(1 + \beta)(w^L + w^H - g_1)^2}{(w^L + w^H)(w^L + w^H - g_2 + \beta(w^L + w^H - g_1))^2} \quad (2.22)$$

Apesar disso, quanto maior o excesso de g_1 sobre g_2 , maior será a emissão da dívida pública e maior a base de arrecadação no segundo período. Dado que, neste caso, os efeitos marginais de g_2 sobre a alíquota ótima de imposto seriam relativamente menores que os efeitos marginais de g_1 sobre a alíquota ótima de imposto, ou seja, $\frac{\partial \hat{t}}{\partial g_1} > \frac{\partial \hat{t}}{\partial g_2}$.

A figura 2.2 apresenta impacto dos gastos no período 1 sobre o nível de impostos da renda do trabalho em uma situação de comprometimento das obrigações do governo. É suposto que $\beta = 0.5$, $w_t^L = 1$, $w_t^H = 1.5$, $r = 0.25$, $g_2 = 0.4$ e g_1 irá crescer de 0.6 para 0.9. Dessa forma, o resultado é o aumento no nível de impostos da renda do trabalho.

Figura 2.2: Impacto do Gasto Público do período 1 no Imposto sobre a Renda do Trabalho



Fonte: Elaboração própria.

A figura 2.3 revela que o impacto dos gastos no período 2 no nível do imposto sobre a renda do trabalho é relativamente menor devido ao aumento da base de arrecadação com a emissão de dívida no primeiro período.

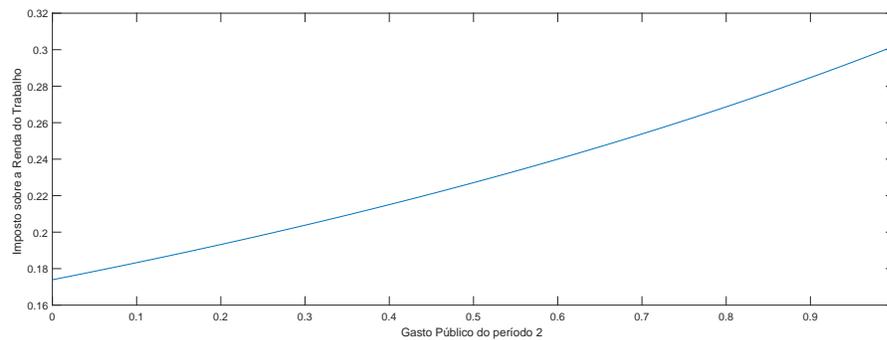
O impacto do aumento de g_1 na oferta de títulos é positivo e dado por:

$$\frac{\partial \hat{b}_g}{\partial g_1} = \frac{(1 + \beta)(w^L + w^H - g_2)^2}{(1 + r)(1 - d)(w^L + w^H)(w^L + w^H - g_2 + \beta(w^L + w^H - g_1))^2} \quad (2.23)$$

A partir dos valores iniciais de $\beta = 0.5$, $w_t^L = 1$, $w_t^H = 1.5$, $r = 0.25$, $g_2 = 0.4$ e variando g_1 de 0.6 para 0.9 em uma situação de comprometimento das obrigações do governo é produzida uma elevação da dívida pública.

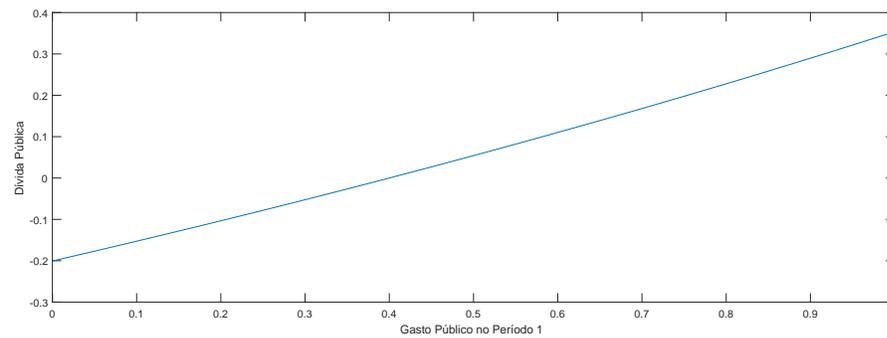
Na próxima subseção será discutida as estratégias de não comprometimento da dívida do governo, com alguns exemplos numéricos.

Figura 2.3: Impacto do Gasto Público do período 2 no Imposto sobre a Renda do Trabalho



Fonte: Elaboração própria.

Figura 2.4: Impacto do Gasto Público do período 1 sobre a Dívida Pública



Fonte: Elaboração própria.

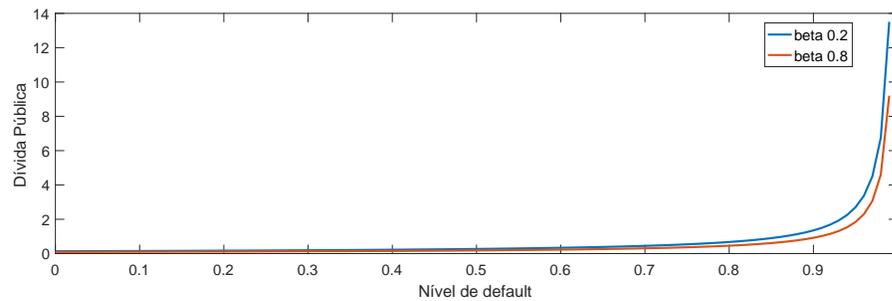
Estratégias de não comprometimento da dívida pública

No modelo apresentado os agentes negociam os títulos públicos no mercado financeiro. Ao fim da maturidade do título público a taxa de juros de longo prazo é exógena. No entanto, no mercado financeiro, a taxa de juros de curto prazo é caracterizada como endógena. O governo irá realocar o *default* parcial no mercado financeiro via inflação. Sendo assim, os indivíduos compram os títulos no primeiro período com maturidade no segundo período. Ao irem ao mercado financeiro negociar os títulos no primeiro período, os agentes podem receber um valor total acima ou abaixo do esperado para ser pago pelo governo no segundo período, dependendo do nível de inflação, onde esta depende dos juros e do preço de equilíbrio. Dessa forma, ele pode receber apenas uma parte do valor dos juros pré fixados ao negociar antes do prazo. O gráfico abaixo representa um exemplo de probabilidade de não comprometimento da dívida para duas situações, uma em que o beta é 0.8 e a outra para uma economia com agentes menos pacientes com beta de 0.2. As demais variáveis são: $r = 0.25$, $g_1 = 0.4$ e $g_2 = 0.6$. O valor ótimo da dívida seria:

$$\frac{0.416}{(2.6 + 2.4\beta)(1 - d)} \quad (2.24)$$

É possível perceber que quando os agentes são menos pacientes a dívida se torna insustentável mais rapidamente. O governo neste caso emite cada vez mais dívida para tentar atrair os agentes para a poupança.

Figura 2.5: Níveis de default sobre a Dívida Pública - Variação dos betas



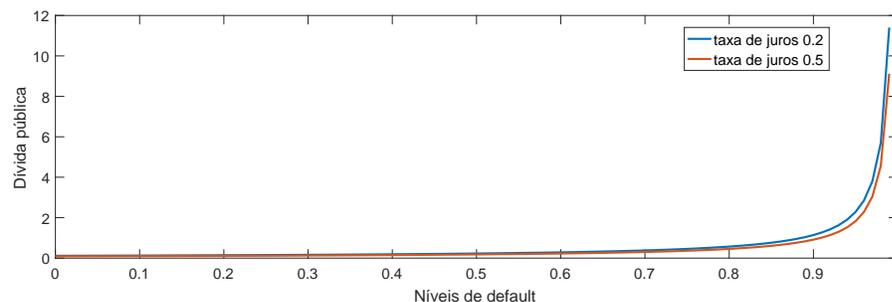
Fonte: Elaboração própria.

O próximo exemplo analisa o nível de não comprometimento da dívida para dois níveis de taxas de juros, $r = 0.2$ e $r = 0.5$. As demais variáveis são: $\beta = 0.5$, $g_1 = 0.4$ e $g_2 = 0.6$. Dessa forma, o nível ótimo de dívida pública é dado por:

$$\frac{0.136842}{(1 + r)(1 - d)} \quad (2.25)$$

É possível perceber que quando a taxa de juros é de 0.2 a dívida fica mais rapidamente insustentável. Quanto menor a taxa de juros (menor o custo da dívida) mais o governo emite títulos públicos para financiar suas despesas.

Figura 2.6: Níveis de default sobre a Dívida Pública - Variação das taxa de juros



Fonte: Elaboração própria.

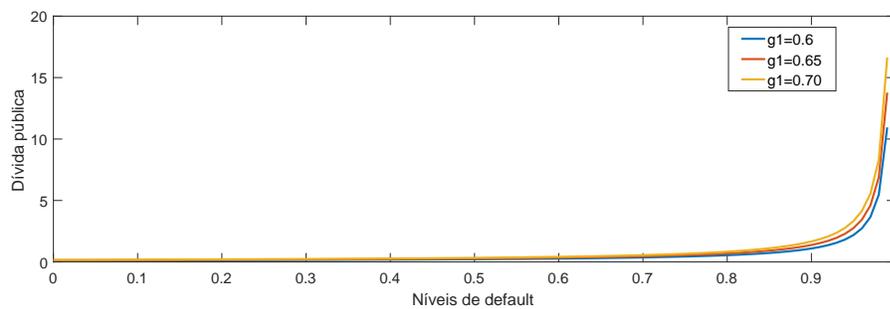
O próximo exemplo apresenta variações para o nível de gastos do governo no primeiro

período. Para este exemplo, são considerados os seguintes valores: $\beta = 0.5$, $r = 0.25$ e $g_2 = 0.4$. Assim, o nível ótimo de dívida pública será:

$$\frac{2.08(g_1 - 0.4)}{(2.6 - 0.5(g_1 - 3))(1 - d)} \quad (2.26)$$

Neste caso, quanto maior o gasto público no primeiro período, mais o governo emite dívida para manter sua restrição orçamentária e, então, a dívida se torna mais rapidamente insustentável.

Figura 2.7: Níveis de default sobre a Dívida Pública - Variação dos Gastos públicos período 1



Fonte: Elaboração própria.

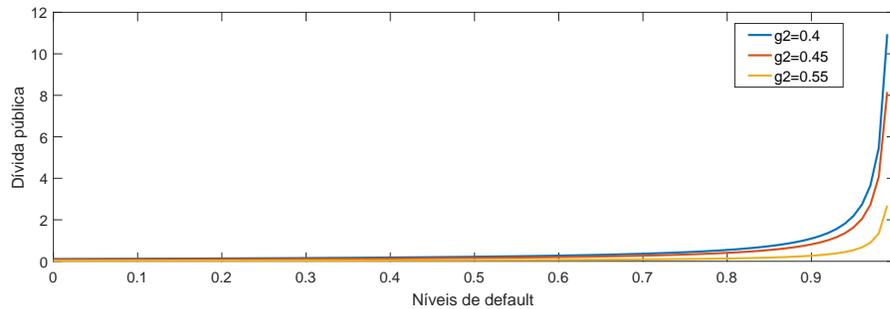
As variações para o nível de gastos do governo no segundo período são dadas a seguir. Para este exemplo, são considerados os seguintes valores: $\beta = 0.5$, $r = 0.25$ e $g_1 = 0.6$. A partir disso, a dívida pública ótima passa a ser dada por:

$$\frac{0.8(0.6 - g_2)(g_2 - 3)}{(g_2 - 4.2)(1 - d)} \quad (2.27)$$

É possível observar que quanto menor o gasto público no segundo período, maior será a diferença entre os gastos nos dois períodos e, portanto, como apresentado, anteriormente, maior será a emissão de dívida pública e mais rapidamente se chegará ao nível de não comprometimento da dívida pública.

Na próxima seção apresenta-se a extensão deste modelo sem capital para o horizonte infinito com dois agentes heterogêneos que possuem diferentes níveis de renda.

Figura 2.8: Níveis de default sobre a Dívida Pública - Variação dos Gastos públicos período 2



Fonte: Elaboração própria.

2.4 A Economia de Ramsey no Horizonte Infinito com tributação de dividendos

2.4.1 O Ambiente Econômico

Nesta seção, a estrutura do modelo é apresentada, as políticas do governo e o problema das famílias. Neste modelo sem incerteza exógena a tributação é incidida sobre os dividendos do título da dívida pública e por simplificação a renda do trabalho será desconsiderada. O *trade off* entre dívida pública e tributação será avaliado. A dívida pública irá variar ao longo do tempo para uma dada alíquota fixa escolhida pelo governo em todos os períodos.

Famílias

As famílias são tomadoras de preços e heterogêneas. As mesmas tomam suas decisões de poupança ao adquirir títulos da dívida pública. Sua restrição orçamentária é dada por:

$$qc^i + pb^i \leq pb_-^i + q(1 - \tau)rb_-^i : i \in I$$

Em que p e q são preços, c^i é o consumo da família e b^i e b_-^i são os títulos da dívida adquiridos pelas famílias no período atual e no período passado, respectivamente. O r é a variável que caracteriza quantas unidades do bem de consumo garante o direito de uma unidade de um título da dívida pública. A partir disso, considera-se um modelo com um bem e um ativo com função de utilidade definida por $\hat{u}^i(c^i) = \log(c^i)$ para todo $c^i \in C^i$ e todo $i \in \mathcal{I}$. É assumido que o conjunto de consumo $C^i \subset R_{++}$ e o conjunto de escolhas de títulos $B^i \subset R_{++}$ porque \hat{u}^i é definida somente para R_{++} . Dessa forma, é considerado que $b_g = \sum_{i \in \mathcal{I}} b^i$ e o preço do ativo é dado por:

$$\hat{p}(\bar{b}) = \beta \bar{b} r (1 - \tau) / (b^g - \beta \bar{b}) \text{ para todo } \bar{b} \in \bar{B}. \quad (2.28)$$

O equilíbrio recursivo $(\hat{c}, \hat{\theta}, \hat{p}, \hat{v})$, com identidade de parametrização $\bar{b} : \bar{b} \rightarrow \bar{B}$, é dado para cada $\bar{b} \in \bar{B}$ por:

$$\hat{b}^i(\bar{b}) = \frac{\beta \bar{b}^i (\hat{p}(\bar{b}) + r(1 - \tau))}{\hat{p}(\bar{b})} \quad (2.29)$$

Em que \bar{b} é a distribuição de dívida do período anterior. Este problema pode ser escrito pela seguinte função valor:

$$\hat{v}^i(b_-^i, \bar{b}) = \hat{u}^i(c^i(b_-^i, \tilde{b}^i(b_-^i, \bar{b}), \bar{b})) / (1 - \beta) + \tilde{u}^i(\bar{b}) \quad (2.30)$$

O termo do lado direito da equação (2.32) satisfaz a equação de Bellman ⁵. Em que $c^i(b_-^i, b^i, \bar{b}) = -\hat{p}(\bar{b})b^i + (\hat{p}(\bar{b}) + \hat{r}(1 - \tau))b_-^i$ e $\tilde{b}^i(b_-^i, \bar{b}) = \beta(1 + \hat{r}(1 - \tau)/\hat{p}(\bar{b}))b_-^i$ para todo $(b_-^i, b^i, \bar{b}) \in \mathbf{B}^i \times \mathbf{B}^i \times \bar{B}$ e $\tilde{u}^i : \bar{B} \rightarrow \mathbb{R}$ é o ponto fixo do operador $\hat{\psi}$ definido por:

$$\hat{\psi}(\tilde{u}^i)(\bar{b}) = \frac{\beta \hat{u}^i(\beta(\hat{p}(\hat{b}(\bar{b})) + \hat{r})/\hat{p}(\bar{b}))}{1 - \beta} + \beta \tilde{u}^i(\hat{b}(\bar{b})) \quad (2.31)$$

A equação (2.33) satisfaz a condição suficiente de Blackwell e, então, é uma contradição. Isto é equivalente ao estado em que \tilde{u}^i sempre existe e satisfaz a equação funcional:

$$\tilde{u}^i(\bar{b}) = \frac{\beta \hat{u}^i(\beta(\hat{p}(\hat{b}(\bar{b})) + \hat{r})/\hat{p}(\bar{b}))}{1 - \beta} + \beta \tilde{u}^i(\hat{p}(\bar{b})) \text{ para todo } \bar{b} \in \bar{B} \quad (2.32)$$

Dessa forma, o estado que \hat{v}^i satisfaz a equação de Bellman é dado por:

$$\hat{v}^i(b_-^i, \bar{b}) = \max \hat{u}^i(c^i) + \beta \hat{v}^i(b^i, \hat{b}(\bar{b}), \bar{b}) \quad (2.33)$$

Lema 2.4.1. : Considere $\beta \bar{b} = \sum_{i \in \mathcal{I}} \beta^i b^i$. O equilíbrio recursivo é dado para cada $\bar{b} \in \bar{B}$ por $\hat{p}(\bar{b}) = (\beta \bar{b}) \hat{r} (1 - \tau) / (b^g - \beta \bar{b})$

$$\hat{b}^i(\bar{b}) = \frac{\beta \bar{b}^i (\hat{p}(\bar{b}) + \hat{r}(1 - \tau))}{\hat{p}(\bar{b})} \text{ e } \hat{c}^i(\bar{b}) = (1 - \beta) \bar{b}^i [\hat{p}(\bar{b}) + \hat{r}(1 - \tau)] \quad (2.34)$$

⁵A função valor \hat{v}^i é estritamente côncava em b_-^i . Ver Stokey e Lucas (1983) Capítulo 4 para maiores detalhes.

Governo

O governo é benevolente, o que significa que ele maximiza a utilidade das famílias. A receita recebida é proporcional as taxas sobre os dividendos em cada período.

Em cada período, o governo cobra impostos distorcíveis τ , e emite dívida para cobrir g . Seja, $b_g \in \mathbf{B}$ o título da dívida pública, em que o conjunto \mathbf{B} é compacto no intervalo de \mathbb{R} . A quantidade $b_g > 0$ significa que o governo tem que pagar as famílias b_g em unidades de consumo no tempo t .

Seja b_g a escolha da dívida pública ao tempo futuro e b_{g-} no tempo passado e τ o imposto sobre o dividendo.

Definição 2.4.2. : O plano do governo ou a política é factível (dado o nível de preços e a dívida inicial b_{g_0}) para todo t :

$$g_t + b_g p = (p + \hat{r}(-\tau))b_{g-} \quad (2.35)$$

Prova do Lema 2.4.1 :

Prova: Considere $\tilde{v} = \max \hat{v}$. Então, é possível mostrar que $\tilde{v} = \hat{v}$

$$\hat{v}^i(b_-^i, \bar{b}) = \max \hat{u}^i((\hat{p}(\bar{b}) + b_-^i \hat{r}(1 - \tau)) - b^i \hat{p}(\bar{b})) + \beta \hat{v}^i(b^i, \hat{b}(\bar{b}), \bar{b}) \quad (2.36)$$

Para todo $b^i \in \mathbf{B}^i$ tal que $\tilde{c}(b_-^i, b^i, \bar{b}) \geq 0$. Além disso, é possível lembrar que $\hat{v}^i(b_-^i, \bar{b}) = \hat{u}^i((1 - \beta)b_-^i)/(1 - \beta) + \hat{h}^i(\bar{b})$ para todo $(b_-^i, \bar{b}) \in \mathbf{B}^i \times \bar{B}$. Dessa forma, a condição de primeira ordem da equação (2.38) avaliada em \hat{b}^i é:

$$(1 - \beta)\hat{p}(\bar{b})\hat{b}^i = -\beta\hat{p}(\bar{b})\hat{b}^i + \beta(\hat{p}(\bar{b}) + \hat{r}(1 - \tau))b_-^i \quad (2.37)$$

Assim, $\hat{b}^i = \tilde{b}^i(b_-^i, \bar{b}) = \beta b_-^i (1 + \hat{r}(1 - \tau)/\hat{p}(\bar{b}))$ é solução única que satisfaz (2.39). Deste modo, é possível concluir que:

$$\tilde{v}^i(b_-^i, \bar{b}) = \hat{u}^i(\tilde{c}(b_-^i, \bar{b}) + \beta \hat{v}^i(\tilde{b}^i(b_-^i, \bar{b}), \hat{b}(\bar{b}))) \text{ para todo } (b_-^i, \bar{b}) \in \mathbf{B}^i \times \bar{B} \quad (2.38)$$

Desde que $\tilde{c}^i(b_-^i, \bar{b}) = (1 - \beta)(\hat{p}(\bar{b}) + \hat{r}(1 - \tau))b_-^i$ para todo $(b_-^i, \bar{b}) \in \mathbf{B}^i \times S$, então:

$$\begin{aligned}
\tilde{v}^i(b_-^i, \bar{b}) &= \hat{u}^i(\hat{p}(\bar{b}) + \hat{r}(1 - \tau)) + \hat{u}^i((1 - \beta)b_-^i) \\
&+ \beta \hat{u}^i(\beta(\hat{p}(\bar{b}) + \hat{r}(\bar{b})(1 - \tau))/\hat{p}(\bar{b})/(1 - \beta)) \\
&+ \beta \hat{u}^i((1 - \beta)b_-^i)/(1 - \beta) + \beta \hat{h}^i(\hat{b}(\bar{b})) \\
&= \hat{u}^i((1 - \beta)b_-^i)/(1 - \beta) + \hat{h}^i(\bar{b}) \\
&= \hat{v}^i(b_-^i, \bar{b})
\end{aligned}$$

Para todo $(b_-^i, \bar{b}) \in \mathbf{B}^i \times \bar{B}$. Sendo assim, $\tilde{v}^i(b_-^i, \bar{b}) = \hat{v}^i(b_-^i, \bar{b})$. Finalmente, é possível notar que para cada $\bar{b} \in \bar{B}$:

$$\begin{aligned}
c^i + p(\bar{b})b^i &\leq p(\bar{b})b_-^i + (1 - \tau)rb_-^i : i \in I \\
c^g - p(\bar{b})b^g &\leq -p(\bar{b})b_-^g + \tau rb_-^g : b^g \geq 0 \\
\sum_i c^i + c^g + p(\bar{b})\left(\sum_i b^i - b^g\right) &\leq p(\bar{b})\left(\sum_i b_-^i - b_-^g\right) + (1 - \tau)r \sum_i b_-^i + \tau rb_-^g \\
\sum_i c^i + c^g &= (1 - \tau)r \sum_i b_-^i + \tau rb_-^g \\
\sum_i b^i - b^g &= \sum_i b_-^i - b_-^g \\
\sum_i b_-^i &= b_-^g
\end{aligned}$$

Logo,

$$\sum_i b^i = b^g \text{ e } \sum_i c^i + c^g = r \sum_i b_-^i.$$

□

2.4.2 O Problema de Ramsey

Nesta seção, é formulado o problema do Planejador Central. A técnica de análise da política fiscal ótima, é a chamada "abordagem primal", na qual é caracterizada uma alocação que é sustentável em um equilíbrio competitivo para alguma sequência de preços, dívida pública e impostos. Será considerado que o governo escolhe um determinado nível de taxa e a partir disto será encontrada a dívida pública ótima. Existem dois agentes heterogêneos que

compram diferentes quantidades de dívida pública o indivíduo do tipo L que compra menor quantidade e o indivíduo do tipo H que adquire maior quantidade de títulos da dívida pública.

$$W = \max_{\tau, b} (u(c^L)) + (u(c^H)) \quad (2.39)$$

s.a:

$$g_t + b_g p = (p + \hat{r}(-\tau))b_{g-}$$

e

$$1 - \tau \geq 0$$

Primeiramente, são considerados os seguintes valores de parâmetros e variáveis iniciais; $b_{g_0} = 1$, $\beta = 0.5$, $r = 0.2$, $g = 0.05$, $b^H = 0.6$, $b^L = 0.4$. Assim, é encontrada a seguinte relação de dívida e impostos:

$$b_g = \frac{0.075}{(0.05 + 0.1\tau)} \quad (2.40)$$

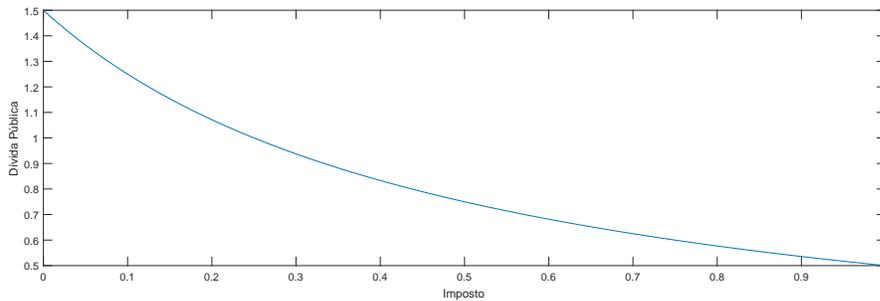
Este resultado conclui que qualquer valor de imposto maximiza a dívida pública do governo. Ljungqvist e Sargent (2004) com base em Correia (1996) encontram em um modelo com mercados incompletos e agentes homogêneos, dívida pública e tributação sobre capital, infinitos planos de taxas e dívida para a mesma alocação de equilíbrio competitivo. Este resultado de dívida ótima com comprometimento completo e agentes heterogêneos, apresentado neste capítulo demonstra que o governo não precisa maximizar bem estar social se os mercados estiverem equilibrados. O governo irá apenas garantir que sua restrição orçamentária seja factível. O resultado indica o *trade off* do governo entre dívida pública e tributação. Caso a alíquota seja relativamente baixa o governo irá compensar suas despesas aumentando a dívida pública. A figura 2.9 mostra que a medida que o imposto for aumentando a dívida pública irá diminuir.

Uma nova simulação é considerada com os seguintes valores de parâmetros e variáveis iniciais; $b_{g_0} = 1$, $\beta = 0.7$, $r = 0.2$, $g = 0.05$, $b^H = 0.6$, $b^L = 0.4$. A nova relação de dívida e impostos é dada por:

$$b_g = \frac{0.105}{0.09 + 0.06\tau} \quad (2.41)$$

Este resultado mostra que o *trade off* entre dívida e impostos do governo permanece e, novamente, qualquer valor de imposto maximiza o nível de dívida do governo. Neste caso, para um β maior e manutenção das demais variáveis, a dívida será menor para um dado

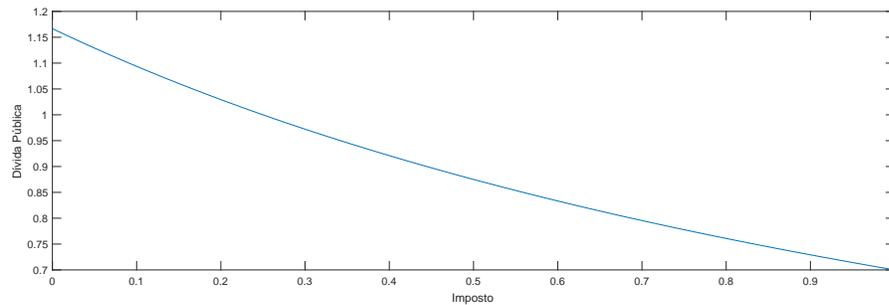
Figura 2.9: Dívida Pública Ótima



Fonte: Elaboração própria.

nível de imposto. Os agentes preferem consumir a poupar, então o governo possuirá pouca margem para emissão de dívida pública. Na figura (2.10) é apresentado o *trade off* entre dívida pública e imposto para este novo valor de β .

Figura 2.10: Dívida Pública Ótima - Variação da taxa de impaciência



Fonte: Elaboração própria.

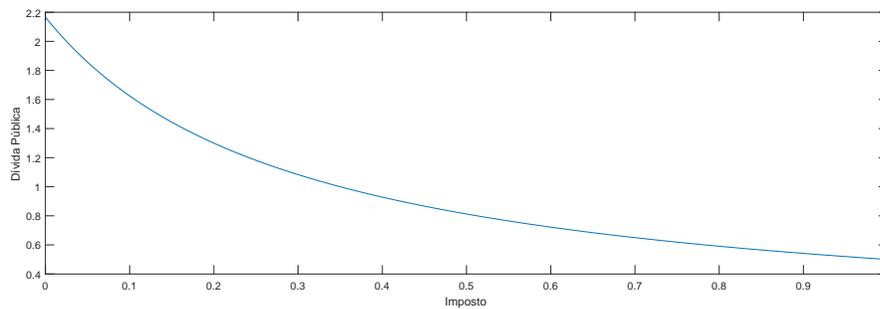
Outra simulação é considerada com os seguintes valores de parâmetros e variáveis iniciais; $b_{g_0} = 1$, $\beta = 0.5$, $r = 0.2$, $g = 0.07$, $b^H = 0.6$, $b^L = 0.4$. A nova relação de dívida e impostos é dada por:

$$b_g = \frac{0.065}{0.03 + 0.1\tau} \quad (2.42)$$

É possível ver graficamente essa relação na figura (2.11):

Dessa forma, para um aumento do nível de gasto público e manutenção das demais variáveis, a dívida pública passa a ser maior para um determinado nível de imposto. Dado que o objetivo do governo é manter a sua restrição orçamentária factível, o nível de dívida cresce para compensar gastos mais elevados. O nível de dívida aqui proposto é relativamente baixo, pois garante solvência em um modelo com comprometimento completo.

Figura 2.11: Dívida Pública Ótima - Variação Gasto público



Fonte: Elaboração própria.

2.5 Conclusões

Este ensaio apresentou alguns modelos de tributação ótima com dívida pública. O primeiro exercício abordou a questão da taxação ótima sobre a renda do trabalho quando o governo não pode se comprometer com sua política futura. Muitos países, frequentemente, iniciam caminhos de política fiscal que não podem ser sustentados. Por exemplo, eles buscam políticas envolvendo uma relação cada vez maior de dívida em relação ao PIB. Por definição, uma política insustentável não pode continuar indefinidamente. A política é insustentável quando o governo está tentando se comportar de uma maneira que viola sua restrição orçamentária. Em tal situação, em algum momento, ele terá que abandonar essa alternativa. Esta mudança provavelmente tomará a forma de uma crise, em vez de uma transição suave. Normalmente, a crise envolve uma forte contração na política fiscal, um grande declínio na demanda agregada, grandes repercussões nos mercados de capitais e de câmbio e, talvez, na inadimplência do governo. É importante notar, no entanto, que a inadimplência do governo não é em si um custo. O *default* é uma transferência dos detentores de bônus para os contribuintes. Além disso, a inadimplência reduz a quantia de receita que o governo deve aumentar no futuro. Como o aumento das receitas envolve distorções isso significa que a inadimplência não apenas causa transferências, mas também pode se configurar como uma escolha estratégica dadas as escolhas subótimas realizadas anteriormente.

Diferentemente do primeiro capítulo o modelo possui agentes heterogêneos em todos os períodos. Os agentes interagiram e tomaram suas decisões de poupança e consumo, gerando o nível de preços ótimo. O mercado foi equilibrado e então o governo observou e fez suas escolhas ótimas de dívida e impostos. Para valores suficientemente altos de b_g , o governo escolhe $d = 1$. Neste caso, o equilíbrio para b_g é impossível, uma vez que os agentes não estariam dispostos a comprar a dívida a qualquer preço. Estes valores de b_g , são, portanto, insustentáveis *ex ante*. A partir disso, foi feita uma análise para os níveis de não compro-

metimento da dívida pública a partir da variação da taxa de juros, do gasto público e da taxa de impaciência da economia. Verificou-se que quanto menor o gasto público do segundo período em relação ao primeiro, quanto maior for a taxa de juros e quanto maior for a taxa de impaciência mais rapidamente a dívida pública se torna insustentável.

O segundo exercício é aplicado em uma versão determinística para o horizonte infinito em um modelo com tributação de dividendos com comprometimento completo. A partir da tributação dos dividendos da dívida pública o governo emite os títulos e os agentes compram em quantidades diferentes de maneira que se encontra o equilíbrio competitivo. Como os agentes são heterogêneos a troca entre os títulos acontece no mercado financeiro e neste é determinado o nível de preços. A partir disso, o governo determina o nível ótimo de dívida para dado nível de imposto. O modelo demonstrou que se o mercado estiver equilibrado o governo não precisará maximizar bem estar dos agentes. O objetivo do governo será manter suas receitas para equilibrar seu orçamento. Infinitos planos de dívida pública e taxas implementam a mesma alocação de equilíbrio competitivo.

Capítulo 3

Simulações de Tributação ótima - Uma análise de equilíbrio geral computável para o Brasil

3.1 Introdução

Este capítulo apresenta uma abordagem de equilíbrio geral aplicado com o objetivo de encontrar alíquotas mais eficientes do que as que estiveram vigentes na economia brasileira para o ano de 2013. A base dos modelos de equilíbrio geral aplicados é o modelo de insumo- produto, proposto por Leontief. Este economista enfatizou interdependências entre diferentes indústrias e também entre indústrias e famílias. Os modelos de equilíbrio geral incluem uma gama de interdependências que é mais ampla do que apenas aquelas que surgem diretamente dos fluxos entre os agentes na economia. Em particular, tais modelos incluem interdependências nas restrições que limitam a economia como um todo; restrições de dotações e restrições do balanço de pagamento seriam exemplos. Por meio destas, demandas por trabalho, capital, câmbio e outros recursos em uma parte da economia afetam movimentos nos preços dos fatores e na taxa de câmbio. Modelos que tentam capturar todas essas interdependências utilizam tabelas de insumo-produto e parâmetros comportamentais: as tabelas de insumo-produto registram, por um período de tempo, fluxos de mercadorias que ocorreram entre os componentes da economia; parâmetros comportamentais resumem como os agentes respondem a mudanças nas variáveis e em atividade e preços, como por exemplo, como produtores ajustam suas demandas por insumos em resposta a mudanças em sua produção e em preços de insumos. Os modelos de equilíbrio geral aplicados (AGE) são simulações que combinam a estrutura abstrata de equilíbrio geral formalizada por Arrow e Debreu com dados econômicos realistas, a fim de resolver numericamente os níveis de oferta, demanda e preço que

suportam o equilíbrio em um conjunto específico de mercados. Os modelos AGE constituem uma ferramenta-padrão de análise empírica e são amplamente utilizados para avaliar o bem-estar agregado e impactos de políticas cujos efeitos podem ser transmitidos por meio de múltiplos mercados, ou conter menus de diferentes instrumentos fiscais, de subsídio, de cota ou de transferência. Exemplos de seus usos podem ser encontrados em áreas diversas, tais como reformas fiscais e planejamento (ver Perry *et al.* (2001); Gunning; Keyzer (1995)).

Este modelo, diferentemente do modelo recursivo apresentado anteriormente, possui retornos constantes de escala, de modo que a análise será estática. Dessa forma, os agentes não estão preocupados em antecipar movimentos do governo para poderem tomar novas decisões ao longo do tempo (*forward looking*). O intuito, neste ensaio, é de análise de bem-estar. A curva de custo marginal é a curva de oferta agregada e, portanto, para retornos constantes de escala, o custo marginal é constante. Dessa forma, a curva de oferta invertida é constante, ou seja, a oferta tem elasticidade infinita. Os preços serão iguais ao custo marginal $p = C_{mg}(w_1, x_1)$, em que estes são função das quantidades de insumos e dos salários. Na teoria, a firma ou empresa tem uma função de produção determinada pela quantidade do produto em função das quantidades dos insumos variáveis, tomando outros insumos como fixos, e uma função de custo $C(w, x_1)$.

No estilo da moderna modelagem de equilíbrio geral aplicada, é possível derivar o modelo de insumo-produto assumindo que os produtores na j –ésima indústria são tomadores de preços e que eles escolhem os insumos:

$$f(x) = \min(x_1 a_{11}, \dots, x_n a_{1n})$$

$$\text{s.a : } f(x) = x$$

Em que a_{ij} são os coeficientes técnicos, ou seja, o quanto é necessário de insumo i para produzir o bem j e x_j são os bens produzidos. Dessa forma, é possível resolver o problema a partir do seguinte:

$$x_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n + b_1$$

Em que b_1 é a demanda final para seu produto.

A partir disto, é possível generalizar e encontrar a matriz de coeficientes técnicos e o vetor

de bens produzidos:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix},$$

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}$$

Por fim, é possível escrever o seguinte sistema generalizado:

$$X = AX + B$$

$$X(I - A) = B$$

$$X = B(I - A)^{-1}$$

Em que B é a demanda pelo bem j . O elemento ij^{th} da matriz inversa de Leontief, $(I - A)^{-1}$, mostra a quantidade de mercadoria i direta e indiretamente necessária para fornecer uma unidade de commodity j para a demanda final. Os requisitos diretos são capturados pelos coeficientes tecnológicos da matriz A . Pela contabilização dos requisitos indiretos, é reconhecido que outros insumos diretamente na produção de *commodity* j podem exigir insumos de mercadoria i .

Assim, a homogeneidade zero da função de demanda e a homogeneidade linear dos lucros nos preços implicam que apenas os preços relativos são significantes em tal modelo. O nível absoluto de preço não tem impacto sobre o resultado de equilíbrio; o equilíbrio, neste modelo, é então caracterizado por um conjunto de preços e níveis de produção, de tal forma que a demanda do mercado é igual à oferta para todas as commodities. O trabalho de Johansen para a economia norueguesa configura o primeiro exemplo empírico de um modelo de equilíbrio geral, tendo aberto caminho para o novo tipo de modelos multissetoriais não lineares. Os modelos de AGE, também chamados de modelos de equilíbrio geral computável (CGE), tornaram-se um laboratório de simulação empírica para a análise quantitativa dos efeitos de políticas econômicas e choques externos na economia doméstica. Com efeito, as últimas décadas testemunharam um aumento no uso de modelos CGE. As principais áreas em que se deram tais aplicações foram: tributação, comércio internacional, e, em certa medida,

finanças, macroeconomia, economia ambiental e energética.

O estudo da análise da incidência fiscal usando a abordagem do equilíbrio geral computável foi iniciado por Harberger (1959). Algumas décadas depois, muitos pesquisadores estudaram a análise de incidência de impostos utilizando modelos CGE. Os principais economistas neste campo são Shoven e Whalley (1972) os quais calcularam os efeitos da tributação diferencial da renda do capital nos EUA. No Brasil, Cury e Coelho (2010) avaliaram os impactos econômicos tanto da reforma tributária do PIS/PASEP e do COFINS, que passaram a ser arrecadados por dois regimes (cumulativo e não cumulativo) nos fluxos domésticos, como dos impostos sobre as importações. A avaliação foi realizada por meio de um modelo de equilíbrio geral computável (ano base 2003) adaptado para as novas características do sistema tributário.

A discussão teórica acerca da tributação ótima se concentra em três vertentes principais, quais sejam: a primeira, iniciada pelo trabalho seminal de Ramsey (1927) e desenvolvida por Diamond e Mirrlees (1971), dedica-se ao estudo das tributações sobre mercadorias; a segunda, que tem como representante inicial Pigou (1947), analisa a utilização de tributos para responder a falhas de mercado, tais como financiamento de bens públicos não provisionados pelo setor privado e correção de externalidades; por fim, a terceira vertente se apoia nas contribuições de Mirrlees (1971), que considera o caso da progressividade sobre a tributação ótima da renda (Torres, 2003). Este ensaio tem o objetivo de analisar a teoria de Ramsey a partir de um modelo de equilíbrio geral computável. Na próxima seção será apresentado o modelo de Ramsey e suas derivações. E, posteriormente, será abordada a metodologia, bem como as definições do modelo de equilíbrio geral computável para gerar as simulações.

3.2 A Regra de Ramsey

Um dos resultados mais antigos da teoria da tributação ótima foi obtido por Ramsey (1927). O resultado deste trabalho é conhecido como a regra de Ramsey. Em uma grande contribuição inicial, o autor supôs que o planejador central deve levantar um determinado montante de imposto receita através de impostos apenas sobre *commodities*. Assim, um pressuposto do modelo é de os impostos sobre bens serem a única fonte de receita do governo. Ramsey mostrou que tais impostos deveriam ser impostos em proporção inversa à elasticidade de demanda do consumidor representativo para o bem, de modo que *commodities* que experimentam demanda inelástica são tributadas mais pesadamente. Ramsey foi o primeiro a trabalhar com elasticidades em um contexto de equilíbrio geral englobando vários modelos anteriores, levando em conta efeitos cruzados e eficiência de Pareto. O autor mostrou que alíquotas homogêneas, somente, são ótimas se a oferta de trabalho for completamente inelástica. Os esforços de Ramsey têm um profundo impacto sobre a teoria tributária, bem como

outros campos, como a precificação de bens públicos e regulação.

Diamond e Mirrlees (1971) sugerem que os impostos ótimos são zero para todos os bens intermediários. Atkinson e Stiglitz (1976) sugerem que os impostos ótimos são iguais em todo o consumo de bens finais. Exceções a esses resultados de *benchmark* foram observadas. Uma exceção bem conhecida é para bens que geram externalidades e que, portanto, justificam impostos pigovianos ou subsídios. Para produtos mais padronizados, os impostos diferenciados sobre mercadorias podem ser ótimos se as mercadorias variarem em sua complementaridade com o lazer, se esses impostos afetarem os salários pagos aos trabalhadores de diferentes países ou se as preferências por bens estão correlacionadas com habilidades individuais, como discutido em Gruber e Saez (2002). Atkinson e Stiglitz (1976) afirmam que no modelo de Ramsey, se a heterogeneidade é introduzida de modo que a escolha ótima do planejador central seja sensível a distribuição de renda, então, bens de luxo devem ser tributados mais que os bens necessários. Este resultado depende da hipótese de que nenhum imposto de renda forte deve ser implementado. Quando o imposto de renda pode ser implementado e com fraca separabilidade do trabalho na função de utilidade, nenhuma diferenciação nas taxas de impostos nos bens é ótima, valendo independentemente das elasticidades em geral.

No modelo de Ramsey, apresentado a seguir, a economia possui um único agente econômico e suas preferências são representadas por uma função de utilidade indireta que depende dos preços dos bens, da oferta de trabalho e de uma renda *lump sum* concedida pelo governo que, nesse caso, é zero. O problema do imposto ótimo na Regra de Ramsey é solucionado pela maximização de uma função de utilidade individual sujeita a restrição de receita do governo. Considere $V(p, w)$ a função de utilidade indireta e $\hat{x}(p, w)$ a demanda em função do preço e da renda. Então, o problema do planejador central será:

$$\max \hat{v}(p + \tau, w) : \tau^T \hat{x}(p + \tau, w) = r \quad (3.1)$$

Em que $\tau^T \hat{x}(p + \tau, w)$ é a arrecadação.

$$L(\tau) = \hat{v}(p + \tau, w) + u(\tau^T \hat{x}(p + \tau, w) - r) \quad (3.2)$$

A derivada em relação ao preço p é dada por:

$$D_p \hat{V}(p + \tau, w)(\dot{\tau}) + u(\dot{\tau}^T \hat{x}(p + \tau, w) + \tau^T D_p \hat{x}(p + \tau, w) \dot{\tau}) = 0 \quad (3.3)$$

A definição de Demanda Hicksiana, função de gasto, função de utilidade indireta e mais dois conceitos microeconômicos são importantes para se ter uma melhor descrição desse modelo: a identidade de Roy e a equação de Slutsky.

A demanda Hicksiana é definida por:

$$h(p, u) = \min px : u(x) \geq u$$

A função de gasto é dada por:

$$e(p, u) = p^T h(p, u)$$

Por fim, a função de utilidade indireta: $V(p, w) = u(x(p, w))$, em que:

$$x(p, w) = \max u(x), px \leq w \quad (3.4)$$

A partir disso, destaca-se alguns resultados importantes de dualidade:

$$V(p, e(p, u)) = u$$

$$e(p, v(p, w)) = w$$

$$x(p, e(p, u)) = h(p, u)$$

$$h(p, v(p, w)) = x(p, w)$$

$$h(p, u)^T = \nabla_p e(p, u)$$

A equação de Slutsky define-se pela agregação do efeito-renda e do efeito substituição diante de uma variação de preço (no caso, uma variação de imposto). Segue-se que:

$$D_p h(p, u) = D_p x(p, w) + D_w x(p, w) x^T(p, w)$$

$$h(p, u) = x(p, e(p, u))$$

$$D_h(p, u)(\Delta p, \Delta u) = D_x(p, e(p, u))(\Delta p, D_e(p, u)(\Delta p, \Delta u))$$

Em que, $D_x(p, e(p, u))(\Delta p, D_e(p, u)(\Delta p, \Delta u))$ é a matriz de Slutsky. Sendo $\Delta u = 0$ e $u = V(p, w)$, tem-se que:

$$\begin{aligned} D_p h(p, u)(\Delta p) &= D_x(p, e(p, u))(\Delta p, h(p, u)^T \Delta p) \\ &= D_x(p, w)(\Delta p, 0) + D_x(p, w)(0, h(p, w)^T \Delta p) \\ &= D_p x(p, w) \Delta p + D_w x(p, w) x(p, w)^T \end{aligned}$$

Em que o primeiro termo representa o efeito-substituição que indica o quanto o consumidor substitui um bem pelo outro quando um preço varia, levando-se em conta que o poder aquisitivo do mesmo consumidor permaneça constante. Já o segundo termo da última equação representa o efeito-renda, ou seja, mede o movimento que ocorre quando a renda varia, dado que os preços relativos permaneçam constantes.

O outro conceito microeconômico, a identidade de Roy, é definido por:

$$x(p, w)^T = -\frac{D_p V(p, w)}{D_w V(p, w)}$$

Esta equação demonstra que a relação entre a derivada da utilidade com relação ao preço e a utilidade marginal da renda é igual à demanda por um bem.

$$DV(p, e(p, u))(\Delta p, \nabla_p e(p, u)\Delta p) = 0$$

$$\sup u = V(p, w) \Rightarrow e(p, u) = w$$

$$D_p V(p, w)(\Delta p) + D_w V(p, w)\nabla_p e(p, u)\Delta p = 0$$

Sendo, $\nabla_p e(p, u) = h(p, u)^T = x(p, w)^T$, então é possível fazer Δp vetores com:

$$D_p V(p, w) + D_w V(p, w)x(p, w)^T = 0$$

Dessa forma, a equação (3.3) pode ser reescrita utilizando a identidade de Roy:

$$D_w \hat{V}(p + \tau, w)\hat{x}(p + \tau, w)^T = u(\hat{x}(p + \tau, w) + \tau^T D_p \hat{x}(p + \tau, w)) \quad (3.5)$$

A partir disso, é possível definir:

$$\alpha = D_w \hat{V}(p + \tau, w) + u\tau^T D_w \hat{x}(p + \tau, w)$$

Então:

$$\alpha - u\tau^T D_w \hat{x}(p + \tau, w) = D_w \hat{V}(p + \tau, w)$$

Dessa forma, substituindo em (3.4), tem-se que:

$$(\alpha - u)(x(p + \tau, w))^T = u\tau^T (D_w \hat{x}(p + \tau, w))(x(p + \tau, w))^T + D_p \hat{x}(p + \tau, w)$$

Pela equação de Slutsky, apresentada anteriormente, tem-se que:

$$D_w(p + \tau, w)\hat{x}(p + \tau, w)^T + D_p\hat{x}(p + \tau, w) = D_p\hat{x}(p + \tau, w)$$

Dessa forma, utilizando a equação de Slutsky acima é possível encontrar:

$$(\alpha - u)\hat{x}(p + \tau, w)^T = u\tau^T D_p h(p + \tau, u)$$

A partir disso, é possível escrever $\gamma = (\alpha - u)/u$ e $S(p + \tau, u) = D_p \hat{h}(p + \tau, u)^T = D_p \hat{h}(p + \tau, u)$ e supondo que S é inversível, então:

$$S(p + \tau, u)\tau = \gamma(p + \tau, w)$$

$$\tau = \gamma S^{-1}(p + \tau, u)\hat{x}(p + \tau, w)$$

Para exemplificar é suposta a existência de três bens na economia com um numerário. O bem zero é o numerário e ele não será tributado, assim:

$$S(p + \tau) = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix}$$

$$S(p + \tau) = \begin{bmatrix} \partial p_1 h_1(p + \tau, u) & \partial p_1 h_2(p + \tau, u) \\ \partial p_2 h_1(p + \tau, u) & \partial p_2 h_2(p + \tau, u) \end{bmatrix}$$

Dessa forma, a taxa bruta será dada por:

$$\tau = \gamma \frac{\text{cof} S(p + \tau, u)^T}{\det S(p + \tau, u)} \hat{x}(p + \tau, w)$$

Logo, omitindo as variáveis $w, p + \tau$ e u tem-se que:

$$\tau_1 = \gamma(S_{22}\hat{x}_1 - S_{12}\hat{x}_2)/\det S$$

$$\tau_2 = \gamma(-S_{21}\hat{x}_1 + S_{11}\hat{x}_2)/\det S$$

A partir disso, é definido:

$$\tau_1 = t_1/(p_1 + t_1)$$

$$\tau_2 = t_2/(p_2 + t_2)$$

Em que t é a taxa líquida. Então, substituindo nas equações acima, tem-se que:

$$(p_1 + t_1)\tau_1 = \gamma(S_{22}\hat{x}_1 - S_{12}\hat{x}_2)/\det S \quad (3.6)$$

$$(p_2 + t_2)\tau_2 = \gamma(S_{21}\hat{x}_1 - S_{11}\hat{x}_2)/\det S \quad (3.7)$$

A partir da divisão de (3.5) por (3.6) é possível encontrar:

$$\frac{(p_1 + t_1)\tau_1}{(p_2 + t_2)\tau_2} = \frac{S_{22}/\hat{x}_1 - S_{12}/\hat{x}_2}{-S_{21}/\hat{x}_1 + S_{11}/\hat{x}_2}$$

Além disso, é possível observar que $S(p + \tau)(p + \tau) = 0$, pois $h(\alpha p, u) = h(p, u)$. Dessa forma, tem-se que:

$$(p_1 + \tau_1)S_{11} = -S_{10} - (p_2 + \tau_2)S_{12}$$

$$(p_2 + \tau_2)S_{22} = -S_{20} - (p_1 + \tau_1)S_{21}$$

Após algumas manipulações tem-se que:

$$\frac{t_1}{t_2} = -\frac{(p_2 + \tau_2)S_{22}/\hat{x}_2 + (p_2 + \tau_2)S_{12}/\hat{x}_1}{(p_1 + \tau_2)S_{12}/\hat{x}_2 - (p_1 + \tau_1)S_{11}/\hat{x}_1} \quad (3.8)$$

A partir disso, considera-se as seguintes elasticidades cruzadas em $u = V(p + \tau, w)$:

$$\varepsilon_{ij} = (p_j + \tau_j)p_j h_j(p + \tau, u) / h_i(p + \tau, u)$$

Em que $\hat{x}_k(p + \tau, w) = \hat{h}_k(p + \tau, w, u)$. Então:

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{S_{20} + (p_1 + \tau_1)S_{21}/\hat{h}_2 + (p_2 + \tau_2)S_{21}/\hat{h}_1}{(p_1 + \tau_1)S_{21}/\hat{x}_2 + (S_{10} + (p_1 + \tau_1)S_{11})/\hat{h}_1} \quad (3.9)$$

Por fim, fazendo as substituições tem-se que:

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{\varepsilon_{20} + \varepsilon_{21} + \varepsilon_{12}}{\varepsilon_{10} + \varepsilon_{21} + \varepsilon_{12}} \quad (3.10)$$

Este resultado demonstra que o governo tributa mais no mercado em que a elasticidade cruzada é maior e tributa menos em mercados com elasticidade normal maior. Além disso, se ε_{20} for maior que ε_{10} , então, t_1 é maior que t_2 .

3.3 O Modelo de equilíbrio geral computável

O modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC) construído para este trabalho possui retornos constantes de escala. O modelo deste ensaio partiu da estrutura teórica do modelo Brazilian Recursive Dynamic General Equilibrium Model- BRIDGE15 (Domingues *et al.*, 2010). Apesar disso, a análise será feita para o ano de 2013 de forma estática. Dessa forma, o exercício não será do tipo *backward looking* e nem *forward looking*. O modelo é do tipo Johansen, em que a estrutura matemática é concebida por um conjunto de equações linearizadas e as soluções são apresentadas como taxas de crescimento (elasticidades). Desta forma, a especificação teórica do modelo EGC é composta por blocos de equações que determinam relações de oferta e demanda, derivadas de hipóteses de otimização e condições de equilíbrio de mercado. Em termos gerais, assumem-se pressupostos neoclássicos: firmas minimizadoras de custos, famílias maximizadoras de utilidade e equilíbrio dos mercados (*market clearing*). A condição de equilíbrio é garantida desde que a oferta e demanda se igualem para o mercado de produtos e serviços domésticos, para produtos e serviços importados; para as margens e para o mercado de trabalho.

Apesar do modelo possuir fundamentação microeconômica, os modelos de equilíbrio geral necessitam que os fluxos agregados da economia sejam equilibrados para que exista consistência interna. Correntes diferentes da macroeconomia geram visões que produzem diferentes definições de como atingir esse equilíbrio, essa questão é conhecida como fechamento. Os fechamentos normalmente utilizados procuram refletir situações de longo prazo e curto prazo, variando os ajustamentos do estoque de capital e do mercado de trabalho. O fechamento a ser utilizado será um fechamento de curto prazo em que os estoques de capital em cada setor de atividade e no agregado são mantidos fixos, ou seja, são variáveis exógenas no modelo e endogeneiza-se os diferenciais de retorno sobre o capital. Em relação ao mercado de trabalho, salário real é a variável exógena e o ajuste se dá por meio do nível de emprego, incluindo a possibilidade de mobilidade setorial (Giardini e Carvalho, 2015).

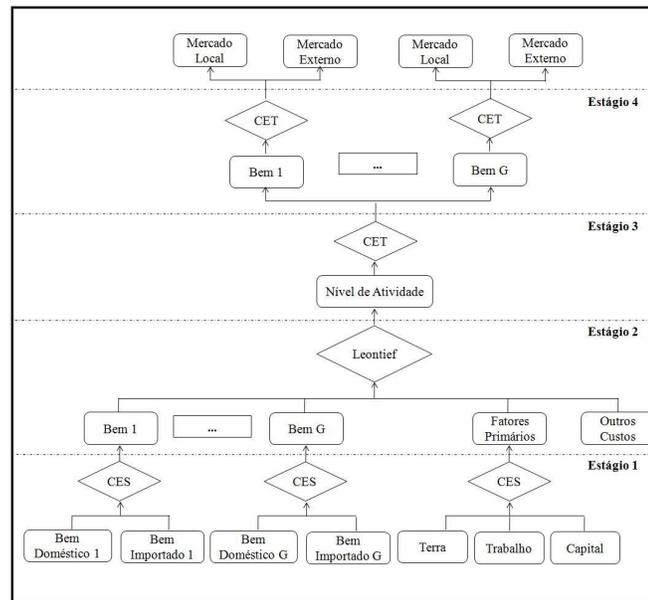
O objetivo deste ensaio é encontrar alíquotas mais eficientes do que as que estiveram vigentes na economia brasileira para o ano de 2013. Será feita uma análise de bem estar. Dessa forma, será fixado o nível de receita do governo e será construído um *grid* para cada dois produtos de maneira que as alíquotas sofrerão variações positivas e negativas sem alterar a receita total. A partir disso, a combinação de alíquotas que aumentarem a utilidade das famílias representativas serão consideradas como ótimas. As subseções seguintes descrevem as principais características e pressupostos do modelo. Optou-se por manter a notação de variáveis semelhantes ao código computacional do modelo facilitando a correspondência e interpretação das variáveis principalmente para leitores familiares com a escola australiana

de EGC, em que os nomes das variáveis seguem determinados padrões, conforme detalhados no Quadro 3.1.

3.3.1 Estrutura de produção

O modelo apresentado seguirá a estrutura padrão em modelos de equilíbrio geral computável (EGC) do tipo *Johansen*. Os setores irão atuar em concorrência perfeita e minimizarão custos, estarão sujeitos a tecnologias constantes de escala representadas por funções de Leontief e de retornos constantes de escala. A partir da hipótese de separabilidade fraca, as decisões de produção podem ser separadas em uma estrutura aninhada, conforme a figura 3.1:

Figura 3.1: Estrutura de produção



Fonte: Elaboração própria.

O modelo de equilíbrio geral computável (EGC) utilizado neste trabalho tem sua base no modelo ORANI (DIXON e RIMMER, 2002; DIXON *et al.*, 1982). Este modelo permite que cada indústria produza várias mercadorias, usando como insumos mercadorias domésticas e importadas, mão de obra de vários tipos, terra e capital. Além disso, as *commodities* destinadas à exportação são diferenciadas das de uso local. A especificação de produção de várias entradas e várias saídas é mantida gerenciável por uma série de hipóteses de separabilidade, ilustradas pelo aninhamento mostrado na figura 3.1.

A figura 3.1 mostra na sua parte superior que as indústrias decidem o quanto irão produzir a partir de um processo de maximização em dois estágios. As firmas, primeiramente, irão decidir o *mix* ótimo de *commodities* que produzirão segundo uma função de transformação

Quadro 3.1: Notação para as variáveis do modelo

A(s) primeira(s) letra(s) indica(m) o tipo de variável:	
a	Mudança técnica no uso de fatores produtivos
del	Mudança ordinal
f	Parâmetro de deslocamento
p	Preços em moeda local
pf	Preços em moeda estrangeira
S	Participação
σ	Elasticidade de Substituição
t	Imposto
V	Valor em nível
w	Variável nominal
x	Variável real
O número indica o agregado a que se refere a variável:	
1	Produção
2	Investimento
3	Consumo
4	Exportações
5	Governo
6	Estoques
0	Todos os usuários
As letras finais adicionais informações importantes como:	
bas	Preços básicos
cap	Capital
cif	Importações a preços de fronteira
imp	Importações após impostos
lab	Trabalho
lux	Supernumerário do sistema linear de gastos
mar	Margens
oct	Outros custos
prim	Todos os fatores primários
pur	Preços de compra
s	Todas as origens (doméstica e importada)
sub	Bens de subsistência
tar	Tarifas
tax	Impostos indiretos
tot	Total ou média para determinado usuário
Sobescritos:	
i	Indústrias (55 tipos)
c	Commodities (110 tipos)
s	Origem (Doméstica, Importada)
h	Família representativa (10 classes de renda)
t	impostos indiretos (3 tipos)

Fonte: Elaboração própria.

com elasticidade constante (CET). Na próxima etapa outra CET é utilizada para dividir a oferta de bens entre o mercado doméstico e o externo. A proporção dos insumos irá variar entre as firmas.

O segundo estágio da figura 3.1 o produtor representativo no setor i minimiza custos para produzir $X1TOT_i$, sujeitos à tecnologia de produção Leontief:

$$\min \sum_c P1S_{c,i} * X1S_{c,i} + P1PRIM_i * X1PRIM_i + P1OCT_i * X1OCT_i \quad (3.11)$$

s.a :

$$X1tot_i = \frac{1}{A1tot_i} * \min \left[\frac{X1S_{c,i}}{A1S_{c,i}}, \frac{X1PRIM_i}{A1PRIM_i}, \frac{X1OCT_i}{A1OCT_i} \right] \quad (3.12)$$

A variável $X1S_{c,i}$ da equação (3.11) representa o uso dos insumos intermediários de ambas as fontes (doméstica ou importada) para cada *commodity* c no setor i . A outra variável $X1PRIM_i$ é a quantidade total de insumos primários utilizados; $X1OCT_i$ são os outros custos de produção no setor i . As demais variáveis da equação (3.11) são $P1S_{c,i}$, $P1PRIM_i$ e $P1OCT_i$ são os respectivos preços desses insumos. Na restrição (3.12), $X1TOT_i$ é a produção total do setor i , e $A1TOT_i$, $A1S_{c,i}$, $A1PRIM_i$ e $A1OCT_i$ são parâmetros de eficiência da produção total, dos insumos intermediários, dos fatores primários e de outros custos, respectivamente.

A solução deste problema de minimização de custo para uma função Leontief, gera as seguintes demandas por insumos para cada setor i :

$$X1S_{c,i} = \frac{1}{A1TOT_i} * \left[\frac{1}{A1S_{c,i}} * X1TOT_i \right] \quad (3.13)$$

$$X1PRIM_i = \frac{1}{A1TOT_i} * \left[\frac{1}{A1PRIM_i} * X1TOT_i \right] \quad (3.14)$$

$$X1OCT_i = \frac{1}{A1TOT_i} * \left[\frac{1}{A1OCT_i} * X1TOT_i \right] \quad (3.15)$$

A mudança no uso de insumos intermediários, fatores primários e outros custos são representadas em termos de variações percentuais:

$$x1s_{c,i} - [a1tot_i + a1s_{c,i}] = x1tot_i \quad (3.16)$$

$$x1prim_i - [a1tot_i + a1prim_i] = x1tot_i \quad (3.17)$$

$$x1oct_i - [a1tot_i + a1oct_i] = x1tot_i \quad (3.18)$$

A variável $x1tot_i$ é a variação percentual na demanda total de insumos da indústria i . A variação percentual na demanda por insumos intermediários c de todas as fontes (domésticas e importadas) é dada por $x1s_{c,i}$. A variável $x1prim_i$ é a variação percentual da demanda por insumos primários na indústria i . A variação percentual da demanda por outros insumos na indústria i é dada por $x1oct_i$. Os parâmetros de mudança tecnológica para todos os insumos, insumos intermediários e outros insumos são dados por $a1s_{c,i}$, $a1prim_i$, $a1oct_i$, respectivamente.

A hipótese de Armington (1969) é utilizada para modelar as demandas dos insumos intermediários c por fontes domésticas ou importadas. Nesta hipótese produtos de diferentes origens são considerados substitutos imperfeitos na produção. A partir disso, o produtor irá minimizar os custos de cada insumo intermediário, utilizando uma combinação ótima entre as origens domésticas e importadas, sujeito a uma função de produção do tipo CES:

$$\min X1_{c,dom,i} * P1_{c,dom,i} + X1_{c,imp,i} * P1_{c,imp,i} \quad (3.19)$$

s.a :

$$X1S_{c,s,i} = \left[\theta_{c,i}^s \frac{X1_{c,dom,i}^{-\rho_i^s}}{A1_{c,dom,i}} + (1 - \theta_{c,i}^s) \frac{X1_{c,imp,i}}{A1_{c,imp,i}} \right]^{\frac{1}{-\rho_i^s}} \quad (3.20)$$

As quantidades demandadas pela indústria i , da *commodity* c de origem doméstica e importada são dadas por $X1_{c,dom,i}$ e $X1_{c,imp,i}$. Os preços e coeficientes de eficiência para cada indústria são dados por $P1_{c,dom,i}$, $P1_{c,imp,i}$, $A1_{c,dom,i}$ e $A1_{c,imp,i}$. Os parâmetros de participação dos insumos de cada origem são dados por $(1 - \theta_{c,i}^s)$ e $\theta_{c,i}^s$ e $-\rho_i^s$ é o parâmetro de substituição entre as variedades domésticas e importadas para cada indústria.

A partir dessa minimização de custos, a demanda obtida de insumos domésticos e importados para cada setor i pode ser linearizada como a seguir:

$$x1_{c,s,i} - a1_{c,s,i} = x1s_{c,i} - \sigma1_c [p1_{c,s,i} + a1_{c,s,i} - p1s_{c,i}] \quad (3.21)$$

A variação percentual na demanda da indústria i para *commodity* i e de origem s (doméstica ou importada) do insumo c é dada por $x1_{c,s,i}$. A elasticidade Armington de substituição

entre as variedades domésticas e importadas para cada *commodity* c é dada por $\sigma 1_c$. O parâmetro de mudança tecnológica no uso do insumo c com origem s pela indústria i é dado por $a1_{c,s,i}$. Por fim, a variável $p1_{c,s,i}$ é a variação percentual no preço da *commodity* c de origem s para utilização do setor i . Nesta equação, a demanda por um insumo intermediário depende da demanda total por esse insumo e das prováveis substituições entre as origens domésticas ou importadas a partir da variação dos seus preços, ou das mudanças tecnológicas que irão alterar a eficiência dos insumos.

No âmbito da composição de insumos primários a minimização de custo total desses insumos estará sujeita a uma função de produção CES:

$$\min X1LAB_i * P1LAB_i + X1CAP_i + X1LND_i * P1LND_i \quad (3.22)$$

s.a :

$$\frac{X1PRIM_i}{A1PRIM_i} = \left[\theta_i^L \frac{X1LAB_i^{-\rho_i^p}}{A1LAB_i} + \theta_i^K \frac{X1CAP_i^{-\rho_i^p}}{A1CAP_i} + \theta_i^N \frac{X1LND_i^{-\rho_i^p}}{A1LND_i} \right]^{\frac{-1}{-\rho_i^p}} \quad (3.23)$$

Em que as quantidades de trabalho, capital e terra são definidas respectivamente por $X1LAB_i$, $X1CAP_i$ e $X1LND_i$. Os preços e coeficientes de eficiência do trabalho, capital e terra, por indústria i são dados por $P1LAB_i, P1CAP_i, P1LND_i, A1LAB_i, A1CAP_i$ e $A1LND_i$. Os parâmetros de participação do trabalho, capital e terra por indústria são definidos por θ_i^L, θ_i^K e θ_i^N e ρ_i^p é o parâmetro de substituição entre os fatores por indústria.

A partir disso, é possível linearizar as demandas por trabalho, capital e terra por setor i .

$$x1lab_i - a1lab_i = x1prim_i - \sigma 1prim_i [p1lab_i + a1lab_i - p1prim_i] \quad (3.24)$$

$$x1cap_i - a1cap_i = x1prim_i - \sigma 1prim_i [p1cap_i + a1cap_i - p1prim_i] \quad (3.25)$$

$$x1lnd_i - a1lnd_i = x1prim_i - \sigma 1prim_i [p1lnd_i + a1lnd_i - p1prim_i] \quad (3.26)$$

A variável $x1lab_i$ é a variação percentual na demanda por trabalho na indústria i ; a mudança técnica na utilização do trabalho é dada por $a1lab_i$. A elasticidade de substituição entre os fatores primários do setor i é dada por $\sigma 1prim_i$ e $p1lab_i$ representa a variação percentual no preço dos salários pagos aos trabalhadores. A variável $x1cap_i$ é a variação percentual na demanda por capital do setor I . A mudança técnica na utilização de capital é dada por $a1xap_i$ e $p1cap_i$ é a variação percentual no preço da unidade de capital na indústria

i ; $x1lnd_i$ é a variação percentual na demanda por terra no setor i . Por fim, $a1lnd_i$ é a mudança técnica na utilização de terra e $p1lnd_i$ é a variação percentual no preço desse fator no setor i . Essas equações estabelecem que a mudança percentual na demanda de cada fator primário é influenciada pelo efeito expansão e pelo efeito substituição. O efeito expansão vai determinar que a demanda por cada fator específico se altere na proporção da demanda total pelos fatores primários $x1prim$, enquanto o efeito substituição vai ser determinado pela elasticidade de substituição σ_{prim_i} , multiplicada pela participação do preço de cada fator específico no custo médio dos fatores primários, $p1prim_i$. Assim, é estabelecido o grau em que o fator mais caro é substituído pelo de menor preço.

3.3.2 Custos de produção

Os custos de produção são dados a partir da incidência de impostos sobre a produção e, também, sem a incidência de impostos. A definição antes da incidência de impostos ($V1CST_i$) do custo de produção é dada por:

$$V1CST_i = V1PRIM_i + V1MAT_i + V1OCT_i \quad (3.27)$$

Esta equação mostra que o custo de produção é a soma total de todos os insumos (intermediários, primários e outros custos de produção) utilizados na produção de cada setor i . A variável $V1PRIM_i$ é o custo total de fatores primários (preço vezes a quantidade total utilizada). A equação adicionada aos impostos passa a ser:

$$V1TOT_i = V1CST_i + \sum V1PTX_i \quad (3.28)$$

A variável $V1PTX_i$ são os impostos diretos que incidem sobre a produção do setor i . A incidência de cada um dos impostos sobre o setor $PTXRATE_i$ é calculada endogenamente como a razão entre o total de impostos sobre a produção e o total de custos de produção antes dos impostos:

$$PTXRATE_i = \frac{V1PTX_i}{V1CST_i} \quad (3.29)$$

A partir disso, é possível perceber que variações no custo total de produção de cada setor i são decorrentes tanto de variações na composição e custo dos insumos produtivos, quanto na mudança de taxas e subsídios incidentes sobre a produção.

O poder dos impostos será dado pela seguinte equação:

$$T = \frac{VTAX}{VBAS} + 1 \quad (3.30)$$

Em que $VTAX$ representa a receita total do governo em nível e $VBAS$ o produto básico. Essa variável T representa o poder de um imposto, nesse sentido, um imposto de 20% teria um poder de 1,20. Logo, uma alteração tributária de 20% para 24% representaria uma mudança no poder de 1,20 para 1,24. O valor utilizado será, então, a variação percentual dessa mudança no poder do imposto, dado pela seguinte equação:

$$\Delta\% = \frac{(T_t - T_{t-1}) \times 100}{T_{t-1}} \quad (3.31)$$

Todos os choques serão aplicados em todos os usos.

3.3.3 Demanda por investimentos

Na produção de novas unidades de capital, cada setor combina *commodities* em uma estrutura aninhada de dois níveis conforme representado na Figura (3.2). No primeiro nível, o investidor representativo do setor i combina bens de capital c , de origem doméstica ou importada, minimizando o custo total de investimento, sujeito a uma estrutura Leontief:

$$\min \sum_c P2S_{c,i} * X2S_{c,i} \quad (3.32)$$

s.a :

$$X2tot_i = \frac{1}{A2tot_i} * \min \left[\frac{X2S_{c,i}}{A2S_{c,i}} \right] \quad (3.33)$$

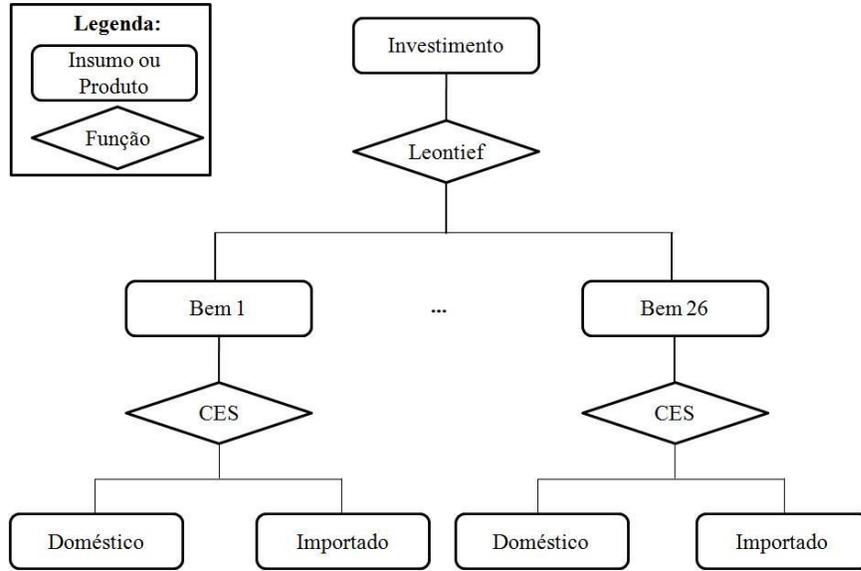
A variável $X2S_{c,i}$ representa a demanda pelo bem c de ambas as fontes (doméstica ou importada) para investimentos no setor i ; $P2S_{c,i}$ é o preço pago pelo setor i pelo bem de investimento c . A variável $X2TOT_i$ define o investimento total do setor i , a variável $A2S_{c,i}$ representa a eficiência do investimento na indústria i , enquanto $A2S_{c,i}$ representa a eficiência de cada *commodity* c demandada para investimento.

Como solução para a tecnologia Leontief, as demandas de investimento seguem proporções fixas, que podem ser representadas em termos de variações percentuais como:

$$x2s_{c,i} - [a2tot_i + a2s_{c,i}] = x2tot_i \quad (3.34)$$

Em que $x2s_{c,i}$ é a variação percentual na demanda total por investimentos na indústria i . As variáveis $a2tot_i$ e $a2s_{c,i}$ representam mudanças tecnológicas (ou de eficiência) para os bens de investimento utilizados no setor i , e para cada um dos bens c utilizados pelo setor, respectivamente. Assim como na demanda por insumos intermediários, no segundo nível

Figura 3.2: Estrutura de demanda por investimento



Fonte: Elaboração própria.

para cada commodity c , o investidor minimiza o custo combinando as variedades doméstica e importada em uma função do tipo CES (hipótese de Armington):

$$\min X2_{c,dom,i} * P2_{c,dom,i} + X2_{c,imp,i} * P2_{c,imp,i} \quad (3.35)$$

s.a :

$$X2S_{c,s,i} = \left[\theta_{c,i}^I \frac{X2_{c,dom,i}^{-\rho_i^I}}{A2_{c,dom,i}} + (1 - \theta_{c,i}^I) \frac{X2_{c,imp,i}^{-\rho_i^I}}{A2_{c,imp,i}} \right]^{-\frac{1}{\rho_i^I}} \quad (3.36)$$

As quantidades demandadas para investimento pela indústria i , da commodity c de origem doméstica e importada são definidas por $X2S_{c,dom,i}$ e $X2_{c,imp,i}$. As variáveis $P2_{c,dom,i}$; $P2_{c,imp,i}$; $A2_{c,dom,i}$ e $A2_{c,imp,i}$ são os preços e coeficientes de eficiência dessas commodities. $\theta_{c,i}^I$ e $(1 - \theta_{c,i}^I)$ são parâmetros de participação de cada commodity c , no investimento do setor i ; e ρ_i^I é o parâmetro de substituição entre as variedades doméstica e importada, específico por indústria. A demanda de commodities para investimento para cada origem $s = (dom, imp)$ em cada setor i , pode ser linearizada como a seguir:

$$x2_{c,s,i} - a2_{c,s,i} = x2s_{c,i} - \sigma2_c [p2_{c,s,i} + a2_{c,s,i} - p2s_{c,i}] \quad (3.37)$$

A variável é a variação percentual na demanda por commodities c , de origem s para investimento na indústria i ; $a2_{c,s,i}$ é a variável de mudança tecnológica na utilização da commodity c , de origem s para investimento na indústria i ; $\sigma2_c$ é a elasticidade Armington de substituição entre as variedades doméstica e importada, definida para cada commodity c ; e $p2_{c,s,i}$ representa a variação percentual no preço da commodity c de origem s utilizada para investimento no setor i . O volume total de investimento não é determinado no problema de minimização descrito acima, mas por regras de acumulação de capital definidas no fechamento do modelo.

3.3.4 Demanda das famílias

A demanda das famílias (composta por dez classes de famílias, distribuídas por decil de renda per capita) é especificada a partir de funções de utilidade não-homotéticas Stone-Geary (PETER et al, 1996), dividindo o consumo dos bens e serviços em parcelas de luxo e subsistência, de tal forma, que uma parcela fixa do gasto é reservado ao consumo de subsistência e a parcela residual em gastos de luxo, permitindo que modificações na renda causem modificações diferenciadas no consumo dos produtos, daí seu caráter não-homotético. Ao mesmo tempo, a composição entre domésticos e importados, é estabelecida por meio de funções de elasticidade de substituição constante (CES). Logo, as equações de demanda por bens para cada família são derivadas a partir de um problema de maximização de utilidade, cuja solução segue passos hierarquizados, conforme apresentado na Figura (3.3).

No primeiro nível, as famílias decidem a origem do bem demandado, entre doméstica e importada. Conforme apresentado na figura (3.3), a decisão tem como base a minimização do gasto total de cada *commodity*, combinando suas origens em uma estrutura do tipo CES, utilizando novamente a hipótese de *Armington*. Como o modelo conta com múltiplas famílias, duas hipóteses adicionais são assumidas: *i*) o nível de preço é o mesmo para as 10 famílias e *ii*) o grau de substituição entre doméstico e importado para uma *commodity* é idêntica entre as famílias. O problema é definido para o conjunto de famílias da seguinte forma:

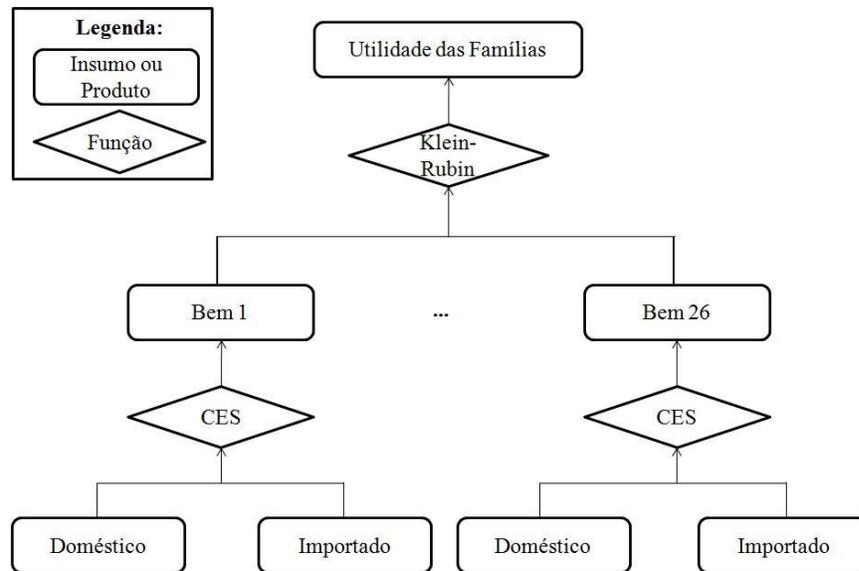
$$\min X3_{c,dom,h} * P3_{c,dom,h} + X3_{c,imp,h} * P3_{c,imp,h} \quad (3.38)$$

s.a :

$$X3S_{c,dom,h} = \left[\theta_c^C \frac{X3_{c,dom,h}^{-\rho_c^C}}{A3_{c,dom,h}} + (1 - \theta_c^C) \frac{X3_{c,imp,h}}{A3_{c,imp,h}} \right]^{\frac{-1}{\rho_c^C}} \quad (3.39)$$

Em que $X3_{c,dom,h}$ e $X3_{c,imp,h}$ são as quantidades demandadas pelas famílias da *commodity*

Figura 3.3: Estrutura de consumo das famílias



Fonte: Elaboração própria.

c , de origem doméstica e importada, respectivamente. $P_{3c,h}$, $P_{3c,imp,h}$, $A_{3c,dom,h}$, e $A_{3c,imp,h}$ são os preços e coeficientes de eficiência destas *commodities*. θ_c^C e $(1 - \theta_c^C)$ são parâmetros de participação de cada *commodity* c de origem doméstica e importada respectivamente, no consumo das famílias; e ρ_c^C é o parâmetro de substituição entre as variedades doméstica e importada para as famílias. Na forma linearizada, a demanda das famílias para cada *commodity* c de origem $s = (dom, imp)$ pode ser representada como:

$$x_{3c,s,h} - a_{3c,s,h} = x_{3c,h} - \sigma_{3c} [p_{3c,s,h} + a_{3c,s,h} - p_{3c,h}] \quad (3.40)$$

Em que, $x_{3c,h}$ é a demanda de todas as famílias pela *commodity* c ; $x_{3c,s,h}$ é a variação percentual na demanda por *commodities* c , de origem $s = (dom, imp)$ para consumo das famílias; $a_{3c,s,h}$ é a variável de mudança tecnológica na utilização da *commodity* c , de origem s no consumo das famílias h ; σ_{3c} é a elasticidade de Armington de substituição no consumo das famílias entre as variedades domésticas e importadas, definida para cada *commodity* c ; e $p_{3c,s,h}$ representa a variação percentual no preço da *commodity* c de origem s utilizada para o consumo das famílias h .

No nível superior subsequente, a demanda das famílias por cada uma das *commodities* é o resultado da maximização da utilidade em uma função Klein-Rubin, o que leva ao Sistema Linear de Gastos (*Linear Expenditure System* - LES). Nesse sistema, a participação do gasto acima do nível de subsistência, para cada bem, representa uma proporção constante do gasto

total de subsistência de cada família. A função de utilidade (Γ_h) de Stone-Geary ou Klein-Rubin para cada família representativa h é dada por:

$$\Gamma_h = \Pi_c \left(\frac{X3S_{c,h}}{A3_{c,h}Q_h} - \frac{X3SUB_{c,h}}{A3SUB_{c,h}Q_h} \right)^{S3LUX_{c,h}} \quad (3.41)$$

Em que $X3S_{c,h}$ é o consumo da família h pelo bem c , $X3SUB_{c,h}$ é um parâmetro que representa a quantidade de subsistência, $S3LUX_{c,h}$ é um parâmetro positivo, que representa a participação marginal orçamentária de cada commodity c , nos gastos totais em bens de luxo da família h , tal que $\sum_c S3LUX_{c,h} = 1$; os parâmetros $A3_{c,h}$ e $A3SUB_{c,h}$ são positivos e permitem modificações nas preferências dos consumidores; e Q_h é o crescimento populacional de cada família. Cada indivíduo representativo, ou família h , está sujeita a seguinte restrição orçamentária:

$$\sum_c \frac{X3H_{c,h}}{Q_h} P3S_{c,h} = \frac{V3TOT_h}{Q_h} \quad (3.42)$$

Em que $V3TOT_h$ é o gasto total da família h , $P3S_{c,h}$ são os preços de mercado da commodity c . Tomando o logaritmo da função de utilidade e assumindo $X3H_{c,h} = X3S_{c,h}/A3_{c,h}Q_h$; $X3SUBH_{c,h} = X3SUB_{c,h}/A3SUB_{c,h}Q_h$; $P3SH_{c,h} = P3S_{c,h}/Q_h$ e $V3TOTH_h = V3TOT_h/Q_h$; o problema das famílias pode ser simplificado para:

$$\max U_h = \sum_c S3LUX_{c,h} \ln(X3H_{c,h} - X3SUBH_{c,h}) \quad (3.43)$$

s.a :

$$\sum_c X3H_{c,h} * P3S_{c,h} = V3TOTH_h \quad (3.44)$$

A condição de maximização implica que a quantidade demandada do bem i pela família h será de:

$$X3H_{c,h} = X3SUBH_{c,h} + \frac{S3LUX_{c,h}}{P3S_{c,h}} \left(V3TOTH_h - \sum_c P3S_{c,h} X3SUBH_{c,h} \right) \quad (3.45)$$

Dessa forma, se a parcela gasta com subsistência é sempre positiva e a renda é maior do que a parcela gasta com subsistência, a família comprará as quantidades necessárias de vários bens de subsistência, e depois irá dividir o restante da sua renda entre os demais bens, em proporções fixas e iguais a $S3LUX_{c,h}$:

$$S3LUX_{c,h} = \frac{P3S_{c,h}(X3H_{c,h} - X3SUB_{c,h})}{\sum_c P3S_{c,h}(X3H_{c,h} - X3SUB_{c,h})} \quad (3.46)$$

A equação acima pode ser agregada em relação aos Q_h consumidores idênticos da família h , obtém-se:

$$D_{c,h}P3S_{c,h} = S3LUX_{c,h}D \quad (3.47)$$

Em que $D_{c,h}P3S_{c,h} = Q_h(X3H_{c,h} - X3SUB_{c,h})$, ou seja, é a quantidade total demandada do bem c pela família h , acima do nível de subsistência; e $D_h = \sum_c D_{c,h}P3S_{c,h}$, ou o total gasto acima da subsistência. Em forma de variação percentual, tem-se que:

$$d_{c,h} + p3s_{c,h} = d_h \quad (3.48)$$

Dessa forma, a demanda total para cada bem, $X3H_{c,h}$ pode ser reescrita como:

$$X3H_{c,h} = D_{c,h} + Q_h X3SUB_{c,h} \quad (3.49)$$

Na forma de variação, a equação (3.49) pode ser apresentada da seguinte forma:

$$x3h_{c,h} = B3LUX_{c,h}(d_h - p3s_{c,h}) + (1 - B3LUX)q_h \quad (3.50)$$

Em que $B3LUX_{c,h} = D_{c,h}P3S_{c,h}/X3H_{c,h}P3S_{c,h}$ e representa a participação acima da subsistência de todos os gastos das famílias representativas com o bem i . Os valores iniciais para $B3LUX_{c,h}$ podem ser deduzidos a partir das estimativas do parâmetro de Frish ¹, $FRISCH_h$, e da elasticidade de gasto, $EPS_{c,h}$:

$$B3LUX_{c,h} = -EPS_{c,h}/FRISCH_h \quad (3.51)$$

Em que $EPS_{c,h}$ é definida a partir da equação (3.45), para cada *commodity* c em cada família h , como:

$$EPS_{c,h} = \frac{\partial X3H_{c,h}}{\partial Y_h} \frac{Y_h}{X3H_{c,h}} = \frac{S3LUX_{c,h}}{P3S_{c,h}} \frac{Y_h}{X3H_{c,h}} = \frac{S3LUX_{c,h}}{S_{c,h}} \quad (3.52)$$

Sendo $S_{c,h}$ é a participação do bem c na restrição orçamentária da família h . Como $\sum_c S3LUX_{c,h} = \sum_c S_{c,h} = 1$, implicando que toda a renda não gasta com bens de luxo, independente da restrição orçamentária. Desta forma, a variação percentual na demanda total para cada família h ($x3toth_h$), pode ser definida a partir da equação (3.50) como:

¹É definido como um parâmetro de substituição que mede a sensibilidade da utilidade marginal da renda, foi definido por Frish (1959).

$$x3toth_h = \sum_c S3_{S_c,h} * x3h_{c,h} \quad (3.53)$$

Em que, $S3_{S_c,h}$ é a participação da *commodity* c , no consumo da família h . De forma semelhante, a variação no índice de preços ao consumidor para a família h ($p3toth_h$), pode ser definido como:

$$p3toth_h = \sum_c S3_{S_c,h} * p3h_{c,h} \quad (3.54)$$

Dessa forma, a variação percentual no consumo nominal da família h ($w3toth_h$) é a soma da variação na quantidade consumida e a variação nos preços:

$$w3toth_h = x3toth_h + p3toth_h \quad (3.55)$$

3.3.5 Demanda por exportações

As exportações setoriais respondem a curvas de demanda negativamente associadas aos custos domésticos de produção e positivamente afetadas pela expansão exógena da renda internacional, adotando-se a hipótese de país pequeno no comércio internacional. Termos de deslocamentos no preço e na demanda por exportações possibilitam choques nas curvas de demanda. A equação de demanda por exportações pode ser representada como:

$$x4_c - f4qtot = -\varepsilon_{exp_c} * [p4_c - phi - f4p_c] \quad (3.56)$$

Sendo $x4_c$ a variação percentual na quantidade exportada do bem c ; $p4_c$ é o preço de compra em moeda local da *commodity* c para exportação; phi é a variação percentual na taxa de câmbio (moeda local sobre a internacional); $-\varepsilon_{exp_c}$ é a elasticidade da demanda por exportações, definida por *commodity* c ; os parâmetros $f4q_c$ e $f4qtot$ permitem deslocamentos na demanda por *commodity* c , e na demanda total por exportações, respectivamente; e o parâmetro $f4p_c$ permite deslocamentos nos preços (não relacionados ao preço local, ou a taxa de câmbio) da demanda por exportações.

3.3.6 Demanda por estoques

Os estoques se acumulam de acordo com a variação da produção doméstica em uma proporção fixa, porém parâmetros de deslocamento permitem variações específicas por *commodity* e origem. As equações abaixo definem a demanda por estoque:

$$100 * p0_{c,s} * delx6_{c,s} = V6BAS_{c,s} * x0com_c + fx6_{c,s} \quad (3.57)$$

$$delV6_{c,s} = 0,01 * V6BAS_{c,s} * p0_{c,s} + p0_{c,s} * delx6_{c,s} \quad (3.58)$$

A equação (3.57) mostra que a variação ordinal na demanda por estoques ($delx6_{c,s}$) por commodity e origem atualizada pela variação no preço básico dessas *commodities* $p0_{c,s}$ é resultado do volume inicial de estoque inicial ($V6BAS_{c,s}$), multiplicado pela variação percentual na demanda doméstica por *commodity* ($x0com_c$); mais um parâmetro de deslocamento ($fx6_{c,s}$) que permite variações na composição de estoques e volume específico por *commodity* e origem.

Por sua vez, a equação (3.58), define que a variação total no volume de estoques ($delV6_{c,s}$) é composta pela atualização de preços do estoque anterior (nível inicial, multiplicado pela variação de preços) somada à variação percentual ocorrida no período, conforme definida na equação (3.57).

3.3.7 Demanda do governo

Não existe uma teoria formal para o consumo do governo no modelo, considera-se que as decisões de consumo do governo são determinadas de forma política, e não necessariamente limitadas pela restrição orçamentária do governo. Desta forma, o consumo do governo é tipicamente exógeno, podendo estar associado ou não ao consumo das famílias ou à arrecadação de impostos. Formalmente, as equações (3.59) e (3.60) que descrevem a participação do governo:

$$x5_{c,s} = f5_{c,s} + ftot \quad (3.59)$$

$$f5tot = x3tot + f5tot2 \quad (3.60)$$

Em que $x5_{c,s}$ é a variação percentual na demanda do governo pela commodity c de origem s (doméstica ou importada); $f5_{c,s}$ é um parâmetro de deslocamento, que permite alterações na composição da demanda do governo por commodity e origem; $f5tot$ e $f5tot2$ são parâmetros de deslocamento que permite alterações na demanda total do governo e $x3tot$ é a demanda das famílias. As equações (3.59) e (3.60) implicam que por um lado, quando $f5tot2$ é exógeno, $f5tot$ fica endógeno e a demanda do governo segue o consume das famílias; por outro lado, quando $f5tot$ é exógeno, toda variação na demanda do governo é exógena e determinada pelo parâmetro de deslocamento $f5_{c,s}$.

3.3.8 Demanda por importações e preços das importações

A demanda por importações é resultado do somatório das demandas de todos os usuários (firmas, incluindo demanda para produção, investimento e estoques; consumo das famílias e do governo), e pode ser representada, como:

$$X0IMP_c = \sum_i X1_{c,imp,i} + \sum_i X2_{c,imp,i} + \sum_h X3_{c,imp,h} + X5_{c,imp} + X6_{c,imp} \quad (3.61)$$

Em que, $X0IMP_c$ é a demanda total por importados e $X1_{c,imp,i}$, $X2_{c,imp,i}$, $X3_{c,imp,h}$, $X5_{c,imp}$, e $X6_{c,imp}$ são as demandas por importações de insumos intermediários, bens de capital, bens para consumo das famílias; bens para o consumo do governo, e estoques . Os usuários normalmente incluem exportações e margens, no entanto, assume-se que para esses a demanda por importados é igual a zero. Sob a hipótese de uma economia pequena no mercado internacional, a variação no preço das importações ($p0_{c,imp}$) não depende da demanda doméstica, e pode ser definida como:

$$p0_{c,imp} = pf0cif_c + phi + t0imp_c \quad (3.62)$$

Ou seja, a equação (3.61), implica que variações no preço de importações ocorrem em decorrência de mudanças percentuais no preço de importados em moeda estrangeira ($pf0cif_c$); variações percentuais na taxa de câmbio (phi), ou mudanças nos impostos sobre importações, representados pela variação percentual no poder da tarifa ($t0imp_c$). Ao igualar as variações de preços pagos por demandantes e recebidos por importadores, esta relação garante lucro zero nas importações.

3.3.9 Margens, impostos indiretos, preços básicos e preços ao consumidor

A demanda por margens (comércio e transportes) é definida de forma proporcional aos fluxos de commodities associados a cada tipo de margem, somadas a variáveis de mudança tecnológica no uso de margem. De tal modo, as demandas por margens para cada usuário ($m =$ comércio, transportes , podem ser definidas como:

$$x1mar_{c,s,i,m} = x1_{c,s,i} * a1mar_{c,s,i,m} \quad (3.63)$$

$$x2mar_{c,s,i,m} = x2_{c,s,i} * a2mar_{c,s,i,m} \quad (3.64)$$

$$x3mar_{c,s,i,m} = x3_{c,s,i} * a3mar_{c,s,i,m} \quad (3.65)$$

$$x4mar_{c,m} = x4_c * a4mar_{c,m} \quad (3.66)$$

$$x5mar_{c,s,m} = x5_{c,s} * a5mar_{c,s,m} \quad (3.67)$$

Em que, os indicadores de um a cinco são respectivamente relativos à demanda por insumos intermediários, bens de investimento, consumo das famílias, exportações e demanda do governo. $x1mar_{c,s,i,m}$, $x2mar_{c,s,i,m}$, $x3mar_{c,s,i,m}$, $x4mar_{c,m}$, $x5mar_{c,s,m}$ são as respectivas demandas por margens m (de transporte ou comércio) para cada um dos usuários; $x1_{c,s,i}$, $x2_{c,s,i}$, $x3_{c,s,i}$, $x4_c$ e $x5_{c,s}$ são as demandas de cada um desses agentes e as variáveis $a1mar_{c,s,i,m}$, $a2mar_{c,s,i,m}$, $a3mar_{c,s,i,m}$, $a4mar_{c,m}$ e $a5mar_{c,s,m}$ representam mudanças tecnológicas que tornam a utilização de margens para cada usuário mais ou menos eficiente.

Os preços básicos são os preços recebidos pelo produtor, no caso das *commodities* domésticas, e os preços pagos por importadores, no caso de produtos importados. Por sua vez, os preços de compra são definidos pela soma entre os preços básicos, mais impostos indiretos, e margens. De forma semelhante ao cálculo das margens, os impostos são *ad valorem*, ou seja, são um percentual calibrado sobre os valores básicos, definidos no período base. Mudanças nos impostos indiretos podem ser incorporadas como alterações no poder da tarifa. Por conseguinte, alterações no imposto $t = (\text{IPI, ICMS, outras taxas e subsídios})$, por exemplo para a demanda das famílias, podem ser representadas pelas seguintes equações:

$$delV3TAX_{c,s,t,h} = 0,01 * V3TAX_{c,s,t,h} * [x3_{c,s,h} + p0_{c,s}] + 0,01 * [V3BAS_{c,s,h} + V3TAX_{c,s,t,h}] * t3_{c,s,t,h} \quad (3.68)$$

$$t3_{c,s,t,h} = f0tax_{Sc} + f3tax_{csh} \quad (3.69)$$

Em que $delV3TAX_{c,s,t,h}$ representa a variação ordinária na taxa t sobre o consumo das famílias pelo bem c de origem s ; $V3TAX_{c,s,t,h}$ representam o valor original das taxas t sobre a commodity c , de origem s , destinada ao consumo das famílias; $x3_{c,s,h}$ e $p0_{c,s}$ são as variações nos preços e quantidades das commodities demandadas; $V3BAS_{c,s,h}$ é o fluxo básico de demanda das família (em total de gastos) para a commodity c de origem s e $t3_{c,s,t,h}$ é o poder da tarifa sobre o consumo desses bens. $f0tax_{Sc}$ e $f3tax_{csh}$ são parâmetros de deslocamento no poder da tarifa de consumo das famílias.

Desta forma, as equações (3.68) e (3.69) mostram que o volume de impostos pagos pelas famílias é atualizado de acordo com o aumento de preços ou quantidades consumidas ou com alterações no poder da tarifa desse imposto. Tais alterações podem ser impostas no consumo total das famílias, por meio do parâmetro $f3tax_{csh}$; ou para commodities e impostos específicos, com $f0tax_{sc}$. Quando não existe alteração no poder tarifa $t3_{c,s,t,h} = 0$, e a variação no total de impostos pagos depende apenas de variações nos preços e/ou quantidades consumidas. Equações semelhantes a (3.68) e (3.69) descrevem variações de impostos sobre a utilização de bens intermediários; bens de investimento; exportações; e consumo do governo.

3.3.10 Produto Interno Bruto

Pelo lado da renda, o PIB nominal é a soma de todos os pagamentos aos fatores primários (capital, trabalho e outros custos), mais outros custos de produção e todos os impostos diretos e indiretos, incorporando variações de preços e quantidades.

$$w0gdpinc = \frac{V1PRIM_I}{V0GDPINC} * w1prim_i + 100 * \left[\frac{delv0tax_{csi}}{V0GDPINC} \right] \quad (3.70)$$

Em que $w0gdpinc$ é o PIB nominal medido pela renda; $V1PRIM_I/V0GDPINC$ é a participação dos fatores primários no total de pagamentos aos fatores de produção; $w1prim_i$ é a variação percentual no total de pagamentos a esses fatores; e $delv0tax_{csi}/V0GDPINC$ é a variação no montante de impostos e outros custos de produção sobre o total de pagamentos aos fatores de produção. Por sua vez, o PIB real pelo lado da renda ($x0gdpinc$) é calculado a partir das variações de quantidades utilizadas na produção para fatores primários trabalho ($employ_i$) e capital ($x1cap_i$) e terra ($x1lnd_i$) ponderados por sua participação no total de pagamentos aos fatores de produção ($V0GDPINC$), variações nos impostos e outros custos ($continctax$) e mudanças tecnológicas ($continctax$):

$$x0gdpinc = \left[\frac{V1LAB_I}{V0GDPINC} \right] * employ_i + \left[\frac{V1CAP_I}{V0GDPINC} \right] * x1cap_i + \left[\frac{V1LND_I}{V0GDPINC} \right] * x1lnd_i + continctax \quad (3.71)$$

Pelo lado da renda, o Produto Interno Bruto real é a soma ponderada de variações reais no consumo total das famílias ($x3tot$), mais variações reais no consumo de bens de investimento ($x2tot_i$), somadas às variações reais no consumo do governo ($x5tot$), variações de estoque ($x6tot$) e saldo comercial, exportações ($x4tot$) menos importações ($x0cif_c$), todas as variações ponderadas por suas respectivas participações no total de gastos:

$$x0gdpepx = \left[\frac{V3TOT}{V0GDPEXP} \right] * x3tot + \left[\frac{V2TOT}{V0GDPEXP} \right] * x2tot_i + \left[\frac{V5TOT}{V0GDPEXP} \right] * x5tot + \left[\frac{V6TOT}{V0GDPEXP} \right] * x6tot + \left[\frac{V4TOT}{V0GDPEXP} \right] * x4tot - \left[\frac{V0CIF}{V0GDPEXP} \right] * x0cif_c \quad (3.72)$$

De forma, semelhante calcula-se o deflator do PIB, utilizando as variações de preços no consumo das famílias ($p3tot$); no consumo de bens de investimento ($p2tot_i$), no consumo do governo ($p5tot$); nos estoques ($p6tot$); nas exportações ($p4tot$) e importações ($p0cif_c$):

$$x0gdpepx = \left[\frac{V3TOT}{V0GDPEXP} \right] * p3tot + \left[\frac{V2TOT}{V0GDPEXP} \right] * p2tot_i + \left[\frac{V5TOT}{V0GDPEXP} \right] * p5tot + \left[\frac{V6TOT}{V0GDPEXP} \right] * p6tot + \left[\frac{V4TOT}{V0GDPEXP} \right] * p4tot - \left[\frac{V0CIF}{V0GDPEXP} \right] * p0cif_c \quad (3.73)$$

A variação no PIB nominal pelo lado da despesa ($w0gdpepx$) pode ser obtido como um simples somatório de variações reais e de preços:

$$w0gdpepx = x0gdpepx + p0gdpepx \quad (3.74)$$

Com as definições apresentadas acima, e a condição de equilíbrio dos mercados (o total demandado é igual ao total produzido), garante-se que PIB pelo lado da renda é igual ao PIB pelo lado dos gastos e que os resultados obtidos são consistentes com o Sistema de Contas Nacionais e suas definições.

3.3.11 Saldo comercial, termos de troca e taxa de câmbio

A mudança ordinal no saldo da balança comercial ($delB$) é definida como a razão entre a variação nominal nas exportações ($w4tot$) menos importações ($w0cif_c$), sobre o PIB nominal, ou seja, calcula-se qual foi a mudança na balança comercial como proporção do PIB:

$$100 * delB = \left[\frac{V4TOT}{V0GDPEXP} \right] * w4tot - \left[\frac{V0CIF}{V0GDPEXP} \right] * w0cif_c - \left[\frac{V4TOT - V0CIF}{V0GDPEXP} \right] * w0gdpepx \quad (3.75)$$

A variação nos termos de troca ($p0cif_c$) é calculada como a diferença entre as variações nos preços das exportações ($p4tot$) e importações ($p0cif_c$) ambos medidos em moeda local:

$$p0toft = p4tot - p0cif_c \quad (3.76)$$

Assim, variações positivas em $p0toft$ refletem melhora nos termos de troca, enquanto variações negativas implicam em deterioração nos termos de troca (ou seja, para cada unidade exportada é possível comprar menos importados. Por sua vez, a variação real na taxa de câmbio ($p0realdev$) é calculada como a diferença entre a variação nos preços das importações e variações no deflator do PIB:

$$gp0realdev = p0cif_c - p0gdpe_{exp} \quad (3.77)$$

3.4 Simulações e Resultados

As simulações propostas tem como objetivo encontrar alíquotas mais eficientes do que as que vigoraram para o ano de 2013 em diversos produtos na economia brasileira. Para tanto, foram realizadas duas simulações. A análise é feita a partir de variações das alíquotas entre dois produtos de maneira que não afete a receita total do governo (receita neutra) e mantenha as demais alíquotas dos outros produtos inalteradas. Na primeira simulação, os produtos escolhidos variam por elasticidade de oferta. Na regra de Ramsey a tributação deve ser maior nos mercados em que a elasticidade da demanda é menor. Para cada combinação foi escolhido um produto com maior elasticidade de oferta e outro com menor elasticidade de oferta. A elasticidade de oferta é dada pelo modelo de forma endógena (ver apêndice). A tabela (3.1) contém os resultados para a elasticidade de oferta de 127 produtos.

Tabela 3.1: Elasticidade de oferta

N^o	Produto	Elasticidade de oferta	N^o	Produto	Elasticidade de oferta
1	Arroz, trigo e outros cereais	0,109	2	Milho em grão	0,092
3	Algodão herbáceo, outras fibras da lav. temporária	0,078	4	Cana-de-açúcar	0,078
5	Soja em grão	0,08	6	Outros produtos e serviços da lavoura temporária	0,086
7	Laranja	0,079	8	Café em grão	0,103
9	Outros produtos da lavoura permanente	0,082	10	Bovinos e outros animais vivos, prods. animal, caça e serv.	0,217
11	Leite de vaca e de outros animais	0,211	12	Suínos	0,222

continua na próxima página

Tabela 3.1: Elasticidade de oferta (continuação)

Nº	Produto	Elasticidade de oferta	Nº	Produto	Elasticidade de oferta
13	Aves e ovos	0,229	14	Produtos da exploração florestal e da silvicultura	0,047
15	Pesca e aquicultura (peixe, crustáceos e moluscos)	0,044	16	Carvão mineral	1,16
17	Minerais não-metálicos	1,12	18	Petróleo, gás natural e serviços de apoio	0,325
19	Minério de ferro	0,136	20	Minerais metálicos não-ferrosos	5,07
21	Carne de bovinos e outros prod. de carne	9,45	22	Carne de suíno	10,1
23	Carne de aves	7,07	24	Pescado industrializado	10,5
25	Leite resfriado, esterilizado e pasteurizado	5,02	26	Outros produtos do laticínio	8,27
27	Açúcar	12,3	28	Conservas de frutas, legumes, outros vegetais e sucos de frutas	5,14
29	Óleos e gorduras vegetais e animais	4,19	30	Café beneficiado	4,94
31	Arroz beneficiado e produtos derivados do arroz	3,14	32	Produtos derivados do trigo, mandioca ou milho	2,32
33	Rações balanceadas para animais	5,61	34	Outros produtos alimentares	2,93
35	Bebidas	1,62	36	Produtos do fumo	0,943
37	Fios e fibras têxteis beneficiadas	1,94	38	Tecidos	4,82
39	Art. têxteis de uso doméstico e outros têxteis	4,79	40	Artigos do vestuário e acessórios	1,96
41	Calçados e artefatos de couro	4,96	42	Produtos de madeira, exclusive móveis	4,9
43	Celulose	6,61	44	Papel, papelão, embalagens e artefatos de papel	6,46
45	Serviços de impressão e reprodução	4,02	46	Combustíveis para aviação	3,32
47	Gasóilcool	3,32	48	Naftas para petroquímica	3,32
49	Óleo combustível	3,32	50	Diesel - biodiesel	3,32
51	Outros produtos do refino do petróleo	3,13	52	Etanol e outros biocombustíveis	7,93
53	Produtos químicos inorgânicos	7,69	54	Adubos e fertilizantes	8,01
55	Produtos químicos orgânicos	8,17	56	Resinas, elastômeros e fibras artif. e sintéticas	8,39

continua na próxima página

Tabela 3.1: Elasticidade de oferta (continuação)

Nº	Produto	Elasticidade de oferta	Nº	Produto	Elasticidade de oferta
57	Defensivos agrícolas e desinfestantes domissanitários	5,59	58	Produtos químicos diversos	5,83
59	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	5,77	60	Perfumaria, sabões e artigos de limpeza	3,94
61	Produtos farmacêuticos	0,938	62	Artigos de borracha	13,6
63	Artigos de plástico	12,8	64	Cimento	3,13
65	Artefatos de cimento, gesso e semelhantes	3,08	66	Vidros, cerâmicos e outros prod. de minerais não-metálicos	3,18
67	Ferro-gusa e ferroligas	2,85	68	Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço	2,89
69	Produtos da metalurgia de metais não-ferrosos	7,82	70	Peças fundidas de aço e de metais não ferrosos	8,04
71	Produtos de metal, excl. máquinas e equipamentos	3,42	72	Componentes eletrônicos	4,99
73	Máquinas para escritório e equip. de informática	4,19	74	Material eletrônico e equip. de comunicações	5
75	Equip. de medida, teste e controle, ópticos e eletromédicos	4,15	76	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	18
77	Eletrodomésticos	15,8	78	Tratores e outras máquinas agrícolas	14,9
79	Máquinas para a extração mineral e a construção	14,6	80	Outras máquinas e equipamentos mecânicos	12
81	Automóveis, camionetas e utilitários	12	82	Caminhões e ônibus, incl. cabines, carrocerias e reboques	4,92
83	Peças e acessórios para veículos automotores	8,29	84	Peças e acessórios para veículos automotores	6,13
85	Móveis	1,17	86	Produtos de industrias diversas	1,3
87	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	1,1	88	Eletricidade, gás e outras utilidades	0,713
89	Água, esgoto, reciclagem e gestão de resíduos	0,701	90	Edificações	1,13
91	Obras de infra-estrutura	1,04	92	Serviços especializados para construção	1,08
93	Comércio e reparação de veículos	0,674	94	Comércio por atacado e a varejo, exceto veículos automotores	0,667
95	Transporte terrestre de carga	1,44	96	Transporte terrestre de passageiros	1,51
97	Transporte aquaviário	2,59	98	Transporte aéreo	11,8
99	Armazenamento e serviços auxiliares aos transportes	1,82	100	Correio e outros serviços de entrega	1,79

continua na próxima página

Tabela 3.1: Elasticidade de oferta (continuação)

Nº	Produto	Elasticidade de oferta	Nº	Produto	Elasticidade de oferta
101	Serviços de alojamento em hotéis e similares	1,77	102	Serviços de alimentação	0,874
103	Livros, jornais e revistas	6,25	104	Serviços cinematográficos, música, rádio e televisão	2,9
105	Telecomunicações, TV por assinatura e outros serv. relacionados	0,972	106	Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação	1,45
107	Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0,912	108	Aluguel efetivo e serviços imobiliários	0,077
109	Serviços jurídicos, contabilidade e consultoria	0,724	110	Pesquisa e desenvolvimento	4,39
112	Serviços de arquitetura e engenharia	0,711	113	Publicidade e outros serviços técnicos	1,24
114	Aluguéis não-imbob. e gestão de ativos de propriedade intelectual	0,438	115	Condomínios e serviços para edifícios	1,84
116	Outros serviços administrativos	1,84	117	Serviços de vigilância, segurança e investigação	5,04
118	Serviços coletivos da administração pública	5,6	119	Serviços de previdência e assistência social	5,6
120	Educação pública	15,7	121	Educação privada	8,53
122	Saúde	18,5	123	Saúde privada	1,38
124	Serviços de artes, cultura, esporte e recreação	1,27	125	Organizações patronais, sindicais e outros serviços associativos	3,65
126	Manutenção de computadores, telefones e objetos domésticos	2,09	127	Serviços pessoais	3,63

Fonte: Elaboração própria

A análise de bem estar é feita a partir do nível de renda das famílias. No Brasil existem duas pesquisas amostrais familiares no Brasil, ambas realizadas pelo IBGE: A Pesquisa por Amostra Nacional de Domicílios (PNAD) (IBGE, 2010), cujo foco é dado sobre as características demográficas, sociais e de emprego, e a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), que tem por objetivo fornecer informações sobre a composição orçamentária doméstica, a partir da investigação dos hábitos de consumo, da alocação de gastos e da distribuição dos rendimentos (IBGE, 2010). Para este estudo, a POF foi escolhida como fonte de informações sobre as características de rendimento e despesas das famílias, sobretudo pela capacidade de mapear, de forma minuciosa, tanto rendimento quanto despesa. A POF resulta de uma amostragem realizada pelo IBGE nos domicílios particulares permanentes, urbanos e rurais, que possibilita traçar um perfil das condições de vida da população brasileira a partir da análise de seus orçamentos domésticos (IBGE, 2014). Neste estudo é utilizada a POF 2008 – 2009.

Tabela 3.2: Faixas de renda familiar mensal, Brasil, 2008

Famílias	Intervalo de renda familiar mensal
H1	R\$ 0 a R\$ 830
H2	R\$ 830 a R\$ 1.245
H3	R\$ 1.245 a R\$ 2.075
H4	R\$ 2.075 a R\$ 2.490
H5	R\$ 2.490 a R\$ 3.320
H6	R\$ 3.320 a R\$ 4.150
H7	R\$ 4.150 a R\$ 6.225
H8	R\$ 6.225 a R\$ 8.300
H9	R\$ 8.300 a R\$ 12.450
H10	Maior que R\$ 12.450

Fonte: Elaboração própria.

A POF 2008 – 2009 pesquisou 55.970 domicílios brasileiros, no período de maio de 2008 a maio de 2009. A Tabela (3.2) mostra os valores monetários do intervalo de renda de cada família.

A partir da tabela (3.1) foram escolhidos os pares de produtos para inserir variações de alíquotas. Para alcançar o objetivo de manter a receita fixa (neutra) e aumentar o bem estar dos indivíduos, as alíquotas sofreram choques determinísticos com sinais trocados. A tabela (3.3) mostra as variações médias nas alíquotas efetivas do conjunto de impostos indiretos (IPI, ICMS e Outros impostos menos subsídios). As alíquotas foram obtidas para as 127 *commodities*, calculadas como a razão entre a arrecadação monetária de cada imposto e a demanda total (ou oferta total a preços do consumidor). As taxas de variação anuais destes impostos foram calculadas pelo conceito de poder da tarifa. Além disso, para cada combinação de variação percentual das alíquotas é apresentado o nível de bem estar das famílias. É possível notar que para cada combinação de produtos foram encontradas algumas variações de alíquotas que geraram aumento de bem estar sem alterar o nível de receitas e a com maiores níveis de bem estar maior é considerada a ótima. Para alcançar o resultado ótimo foram tributados mais os bens com elasticidade de oferta alta e reduzida as alíquotas de bens com elasticidade de oferta menor. É importante destacar que quando a elasticidade da oferta não é igual a elasticidade de demanda, o peso do imposto pode variar em relação aos bens necessários. No caso da inflação, que é um imposto endógeno escolhido pelo mercado, o peso do imposto é maior sobre os bens necessários, pois a elasticidade da demanda para esses bens é bem menor que o da oferta. Desta forma, a elasticidade de oferta apresentada no modelo, possivelmente, é menor do que a elasticidade de demanda, invertendo o resultado

da regra de Ramsey.

Além do resultado para a análise de bem estar com base na elasticidade de oferta, foi feita uma análise da regra de Ramsey para bens que possuem alguma característica substitutiva. A tabela (3.4) apresenta os resultados das variações de alíquotas dos produtos substitutos. São apresentadas algumas combinações que geraram alíquotas neutras. A combinação com maior nível de bem estar é considerada a que gera a alíquota ótima. Um aumento de 0,26 % na alíquota do transporte aéreo e uma redução de 0,131% em transporte de passageiros aumentou o bem estar das famílias de $H1$ à $H9$, reduzindo o bem estar da família representativa $H10$. É possível notar que o bem estar das famílias aumenta a medida que a renda aumenta até a faixa de renda de $H3$. A partir de $H4$ até $H10$ o bem estar das famílias começa a cair a medida que a renda aumenta até ficar negativo. O transporte aéreo é um meio de transporte mais demandado por famílias com faixas maiores de renda, pois possui preços mais elevados em relação aos demais meios de transporte. A análise para carne de aves e carne de suíno a partir do aumento dos impostos em 0,11 na carne de ave e redução de 0,41 na carne suína apresenta um decréscimo do bem estar para as menores faixas de renda $H1$ e $H2$. A elasticidade renda deste modelo é baseada em Hoffmann (2000). As elasticidades estimadas diminuíram quando se passa do primeiro para o terceiro estrato de renda, indicando que as famílias de renda mais alta deixam de consumir carne de ave se houver incremento em sua renda, denotando um tipo de comportamento que sugere classificar a carne de frango com um bem inferior. Ao analisar a elasticidade renda para o consumo de carne suína é possível verificar que ela tem um bom potencial de crescimento, se houver aumento na renda familiar. Dessa forma, houve uma piora de bem estar para as duas primeiras classes de famílias, a partir do aumento da alíquota sobre a carne de ave.

Os resultados encontrados para etanol e outros biocombustíveis e óleo combustível, quando analisados de forma distinta, mostram que aumento do preço óleo combustível torna o etanol uma opção de consumo mais interessante para os consumidores. Há relação inversa entre o preço médio do etanol e sua probabilidade de consumo. O aumento do preço desse combustível implica redução da preferência pelos consumidores. A análise para produtos químicos orgânicos e adubo e fertilizantes mostra que o aumento dos impostos sobre adubos e fertilizantes e a redução sobre produtos químicos orgânicos melhora o bem estar das famílias. Por outro lado, é importante ressaltar que os produtos orgânicos são fortemente afetados pela elasticidade-preço da demanda. Devido à existência de produtos convencionais, e normalmente mais baratos, a demanda dos produtos orgânicos se torna fortemente sensível ao aumento de preços.

O sistema de transporte fluvial no Brasil, apesar de ser o mais limpo e econômico dentre os meios de transporte disponíveis, é, de longe o menos utilizado e aproveitado pelas empresas

Tabela 3.3: Resultados com base na elasticidade de oferta

Produtos	Variação percentual das alíquotas (f0taxs)	Bem Estar das Famílias									
		H01	H02	H03	H04	H05	H06	H07	H08	H09	H10
Laranja	-0,1	0,00009	0,00008	0,00007	0,00009	0,00009	0,00008	0,00006	0,00006	0,00005	0,00004
Algodão	0,07										
Laranja	-0,38	0,00034	0,00028	0,00027	0,00035	0,00034	0,00031	0,00021	0,00020	0,00019	0,00015
Algodão	0,3										
Laranja	-0,2	0,00018	0,00015	0,00014	0,00018	0,00018	0,00016	0,00011	0,00011	0,00010	0,00008
Algodão	0,15										
Laranja	-0,25	0,00022	0,00019	0,00018	0,00023	0,00023	0,00020	0,00014	0,00013	0,00013	0,00010
Algodão	0,2										
Laranja	-0,135	0,00012	0,00010	0,00010	0,00013	0,00013	0,00011	0,00008	0,00007	0,00007	0,00006
Algodão	0,09										
Móveis	-0,11	0,00114	0,00114	0,00109	0,00090	0,00072	0,00072	0,00064	0,00072	0,00044	-0,00003
Art. Borracha	0,13										
Móveis	-0,3	0,00310	0,00310	0,00298	0,00244	0,00195	0,00194	0,00172	0,00194	0,00118	-0,00009
Art. Borracha	0,358										
Móveis	-0,4	0,00413	0,00414	0,00399	0,00326	0,00261	0,00260	0,00231	0,00260	0,00159	-0,00011
Art. Borracha	0,475										
Móveis	-0,21	0,00217	0,00217	0,00209	0,00171	0,00136	0,00136	0,00121	0,00136	0,00083	-0,00006
Art. Borracha	0,25										
Móveis	-0,15	0,00155	0,00154	0,00149	0,00121	0,00097	0,00097	0,00085	0,00096	0,00058	-0,00005
Art. Borracha	0,18										
Celulose	0,2	0,00016	0,00017	0,00017	0,00018	0,00018	0,00017	0,00019	0,00017	0,00016	0,00016
Carvão mineral	-0,38										
Celulose	0,04	0,00003	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004	0,00003	0,00003
Carvão mineral	-0,08										
Celulose	0,12	0,00010	0,00010	0,00010	0,00011	0,00011	0,00011	0,00011	0,00010	0,00010	0,00009
Carvão mineral	-0,23										
Celulose	0,21	0,00017	0,00018	0,00017	0,00019	0,00019	0,00018	0,00020	0,00018	0,00017	0,00016
Carvão mineral	-0,4										
Celulose	0,07	0,00006	0,00006	0,00006	0,00007	0,00007	0,00006	0,00007	0,00006	0,00006	0,00006
Carvão mineral	-0,14										
Açúcar	0,1	0,00024	0,00054	0,00032	0,00044	0,00042	0,00057	0,00067	0,00072	0,00078	0,00086
Cana de açúcar	-0,07										
Açúcar	0,14	0,00049	0,00050	0,00048	0,00046	0,00053	0,00043	0,00047	0,00075	0,00081	0,00092
Cana de açúcar	-0,10										
Açúcar	0,22	0,00053	0,00121	0,00073	0,00098	0,00094	0,00127	0,00149	0,00159	0,00173	0,00190
Cana de açúcar	-0,16										
Açúcar	0,32	0,00077	0,00175	0,00106	0,00141	0,00137	0,00184	0,00216	0,00231	0,00252	0,00275
Cana de açúcar	-0,23										
Açúcar	0,08	0,00019	0,00043	0,00026	0,00035	0,00034	0,00046	0,00054	0,00057	0,00063	0,00069
Cana de açúcar	-0,056										
Fio.Fibra.tex	-0,26	0,00034	0,00035	0,00033	0,00031	0,00036	0,00029	0,00032	0,00051	0,00054	0,00062
Prod.Expl.Silv.	0,15										
Fio.Fibra.tex	-0,39	0,00049	0,00050	0,00048	0,00046	0,00053	0,00043	0,00047	0,00075	0,00081	0,00092
Prod.Expl.Silv.	0,229										
Fio.Fibra.tex	-0,32	0,00042	0,00042	0,00040	0,00038	0,00044	0,00036	0,00094	0,00062	0,00067	0,00076
Prod.Expl.Silv.	0,185										
Fio.Fibra.tex	-0,16	0,00022	0,00022	0,00021	0,00020	0,00023	0,00019	0,00021	0,00032	0,00034	0,00038
Prod.Expl.Silv.	0,09										
Fio.Fibra.tex	-0,09	0,00013	0,00013	0,00012	0,00011	0,00013	0,00011	0,00012	0,00018	0,00019	0,00022
Prod.Expl.Silv.	0,05										

Fonte: Elaboração própria.

e transportadoras, que, via de regra, dão preferência aos transportes rodoviário, ferroviário e aéreo para a circulação de mercadorias e matéria prima entre os estados da federação. Outro fator determinante para o baixo índice de utilização do transporte fluvial é que, mesmo que o rio seja de fácil navegação (rio de planície), os principais portos e pontos de acesso para a sua utilização e navegação estão demasiado distantes dos grandes centros e conglomerados industriais e comerciais, o que, exponencialmente, acaba por criar um desinteresse geral para a sua utilização. Dessa forma, tributar menos o transporte terrestre aumenta o bem estar das famílias.

A Tabelas (3.5) e (3.6) reportam os impactos macroeconômicos das variações de alíquotas dos produtos, apresentados na forma de desvio percentual.

Na Tabela (3.5), o aumento da alíquota em 0,30 sobre Algodão herbáceo, outras fibras da lav. temporária e a redução da alíquota sobre Laranja em 0,38 mostra que o efeito sobre o PIB (desvio de 0,000068), é fortemente influenciado pelo aumento do consumo das famílias, que apresentaria desvio de 0,000111% devido a queda do índice de preço ao consumidor. Estes efeitos são acompanhados, também, da elevação no nível de emprego, com desvio positivo de 0,000130, sendo este influenciado pela queda do preço do trabalho em $-0,000134$. O aumento do índice de preços das exportações exerceria impactos no saldo comercial, já que estimularia exportações, apesar disso, esse componente não foi suficiente para tornar as exportações crescentes, impactando negativamente o crescimento do PIB. Por outro lado, a queda do índice de preço ao consumidor foi maior com um desvio de $-0,000264$. Dessa forma, os produtos nacionais ficam mais baratos em relação aos preços do exterior desestimulando as compras de bens produzidos no exterior, isto é, as importações diminuem em $-0,000012$.

A variação da alíquota de Móveis em $-0,4$ e aumento da alíquota de Artigos de borracha em 0,475 mostrou que o efeito sobre o PIB real (desvio de 0,000050) foi, fortemente, influenciado pelo consumo das famílias em 0,000840 e pelo estoque de capital em 0,071349. Conclui-se, também, que no nível de emprego houve um desvio de 0,000174 afetado pela queda do preço do trabalho. As importações diminuíram em $-0,000844$ influenciadas pelo índice de preço do consumidor com um desvio de $-0,001314$. O resultado de aumento de preço das exportações e queda das importações parece contra intuitivo para todas as variações de alíquotas apresentadas. Uma possível justificativa seria a ocorrência do efeito substituição entre os produtos ofertados. Dessa maneira, o preço de um produto exportado aumenta e ocorre a substituição por outro produto que não tenha um forte impacto nas exportações. No caso das demais variações de alíquotas dos outros produtos, os resultados têm movimentos semelhantes. A variação das alíquotas teria impulsionado o consumo das famílias. A queda do preço dos fatores, todavia, teria diminuído os custos totais de produção, se refletindo na queda do índice de preços do consumidor.

Tabela 3.4: Resultados para produtos substitutos

Produtos	Variação percentual das alíquotas (f0taxs)	Bem Estar das Famílias									
		H01	H02	H03	H04	H05	H06	H07	H08	H09	H10
Transp. aereo	0,1										
Transp. pass.	-0,05	0,00099	0,00154	0,00185	0,00163	0,00165	0,00151	0,00119	0,00052	0,00018	-0,00070
Transp. aereo	0,32										
Transp. pass.	-0,161	0,00032	0,00498	0,00596	0,00525	0,00532	0,00490	0,00387	0,00170	0,00060	-0,00223
Transp. aereo	0,22										
Transp. pass.	-0,111	0,00220	0,00344	0,00411	0,00362	0,00367	0,00338	0,00267	0,00117	0,00042	-0,00153
Transp. aereo	0,15										
Transp. pass.	-0,075	0,00148	0,00231	0,00277	0,00244	0,00247	0,00227	0,00180	0,00078	0,00027	-0,00105
Transp. aereo	0,26	0,00260	0,00406	0,00485	0,00428	0,00433	0,00399	0,00315	0,00138	0,00049	-0,00181
Transp. pass.	-0,131										
Carnes aves	0,11										
Carnes suínos	-0,41	-0,00047	-0,00007	0,00058	0,00057	0,00044	0,00042	0,00045	0,00055	0,00041	0,00022
Carnes aves	0,125	-0,00055	-0,00009	0,00065	0,00064	0,00049	0,00047	0,00050	0,00061	0,00052	0,00025
Carnes suínos	-0,46										
Carnes aves	0,085										
Carnes suínos	-0,31	-0,00037	-0,00007	0,00044	0,00043	0,00033	0,00031	0,00034	0,00041	0,00035	0,00016
Carnes aves	0,05										
Carnes suínos	-0,18	-0,00022	-0,00004	0,00026	0,00025	0,00019	0,00018	0,00020	0,00024	0,00020	0,00010
Carnes aves	0,09										
Carnes suínos	-0,34	-0,00038	-0,00005	0,00048	0,00048	0,00037	0,00035	0,00038	0,00046	0,00039	0,00019
EtanolBio	-0,1										
Óleo comb.	0,31	0,00081	0,00117	0,00114	0,00128	0,00140	0,00145	0,00169	0,00149	0,00169	0,00183
EtanolBio	-0,06										
Óleo comb.	0,18	0,00048	0,00069	0,00068	0,00075	0,00083	0,00086	0,00100	0,00089	0,00101	0,00109
EtanolBio	-0,14	0,00113	0,00162	0,00159	0,00178	0,00195	0,00202	0,00235	0,00208	0,00236	0,00255
Óleo comb.	0,43										
EtanolBio	-0,08										
Óleo comb.	0,24	0,00064	0,000092	0,00090	0,00101	0,00110	0,00114	0,00133	0,00118	0,00134	0,00145
EtanolBio	-0,12										
Óleo comb.	0,36	0,00096	0,00138	0,00135	0,00151	0,00166	0,00171	0,00200	0,00177	0,00201	0,00217
Transp. terr.	-0,01										
Transp. aquát.	0,075	0,00006	0,00006	0,00006	0,00008	0,00007	0,00008	0,00007	0,00007	0,00006	0,00004
Transp. terr.	-0,052										
Transp. aquát.	0,39	0,00029	0,00032	0,00034	0,00041	0,00039	0,00041	0,00038	0,00035	0,00030	0,00023
Transp. terr.	-0,05										
Transp. aquát.	0,37	0,00029	0,00032	0,00034	0,00041	0,00038	0,00040	0,00037	0,00034	0,00029	0,00024
Transp. terr.	-0,03										
Transp. aquát.	0,22	0,00018	0,00020	0,00021	0,00025	0,00024	0,00025	0,00023	0,00021	0,00018	0,00015
Transp. terr.	-0,06	0,00034	0,00037	0,00039	0,00048	0,00045	0,00047	0,00043	0,00040	0,00034	0,00272
Transp. aquát.	0,45										
Adubo Fertil.	0,19										
Prod.Qui.Org.	-0,1	0,00020	0,00021	0,00021	0,00022	0,00022	0,00022	0,00023	0,00026	0,00018	0,00048
Adubo Fertil.	0,24										
Prod.Qui.Org.	-0,127	0,00026	0,00027	0,00027	0,00028	0,00029	0,00029	0,00030	0,00033	0,00024	0,00023
Adubo Fertil.	0,275										
Prod.Qui.Org.	-0,145	0,00029	0,00031	0,00030	0,00031	0,00032	0,00033	0,00033	0,00038	0,00027	0,00026
Adubo Fertil.	0,38	0,00040	0,00043	0,00042	0,00043	0,00045	0,00045	0,00046	0,00052	0,00037	0,00035
Prod.Qui.Org.	-0,2										
Adubo Fertil.	0,04										
Prod.Qui.Org.	-0,02	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004	0,00004	0,00005	0,00003	0,00003

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 3.5: Impactos macroeconômicos de modificações na estrutura de tributação - Elasticidade de oferta

Variáveis macroeconômicas	Variação percentual das alíquotas				
	Laranja: -0,38	Móveis: -0,4	Celulose: 0,21	Açúcar: 0,32	Fio.Fibra.tex:-0,39
	Algodão: 0,30	Art.Borrach.:0,475	Carv.Min.: -0,4	Cana-de-açúcar:-0,23	Prod.Expl.Silv.:0,229
PIB real	0,000068	0,000050	0,000048	0,000623	0,000411
Consumo das famílias	0,000111	0,000840	0,000091	0,001157	0,000370
Consumo do governo	0,000111	0,000840	0,000091	0,001157	0,000370
Investimento	0	0	0	0	0
Exportações	-0,000173	-0,006607	-0,000546	-0,002188	-0,000194
Importações	-0,000012	-0,000844	-0,000236	-0,000190	-0,001206
Emprego	0,000130	0,000174	0,000098	0,001171	0,000838
Salário real	0	0	0	0	0
Estoque de capital	-0,010659	0,071349	0,021711	-0,062138	-0,005694
Preços					
Índice de preços ao consumidor	-0,000264	-0,001314	-0,000161	-0,003258	-0,000791
Deflator do PIB	0,000068	0,000050	0,000048	0,000623	0,000411
Índice de preços ao investimento	-0,000145	-0,000125	-0,000892	0,001582	0,000029
Índice de preços das exportações	0,000034	0,003852	0,002755	0,003258	0,000164
Pagamento aos fatores primários					
Preço do trabalho (salário nominal)	-0,000134	-0,001140	-0,000063	-0,000915	0,000046
Preço do capital	-0,000420	0,000026	0,000174	-0,001142	-0,000413

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 3.6: Impactos macroeconômicos de modificações na estrutura de tributação - Produtos substitutos

Variáveis macroeconômicas	Variação percentual das alíquotas				
	Transp. aéreo: 0,26	Carne aves: 0,11	EtanolBio: -0,14	AduboFert.:0,38	Trans
	Transp. pass.: -0,131	Carne suíno: -0,41	Óleo comb.: 0,43	Prod.Qui.Org.: -0,2	Trans
PIB real	0,000174	0,000065	0,000594	0,000456	0
Consumo das Famílias	0,000527	0,000180	0,001150	0,000210	0
Consumo do Governo	0,000527	0,000180	0,001150	0,000210	0
Investimento	0	0	0	0	0
Exportações	-0,002396	-0,000711	-0,005148	0,003100	-0
Importações	-0,000232	0,000008	-0,001882	0,000568	0
Emprego	0,000424	0,000125	0,000750	0,000868	0
Salário real	0	0	0	0	0
Estoque de capital	-0,013269	0,011859	0,009287	0,028684	0
Preços					
Índice de preços ao consumidor	-0,000665	-0,000081	-0,002013	-0,000403	-0
Deflator do PIB	0,000174	0,000065	0,000594	0,000456	0
Índice de preços do investimento	0,000599	0,000020	-0,001029	-0,001106	-0
Índice de preços das exportações	0,002302	0,000877	0,005663	-0,002955	0
Pagamento aos fatores primários					
Preço do trabalho (salário nominal)	-0,000241	0,000044	-0,001263	0,000465	-0
Preço do capital	0,000484	0,000226	-0,006318	-0,001660	-0

Fonte: Elaboração própria com base nas simulações do modelo.

Na tabela (3.6) a variação da alíquota de Transporte terrestre de passageiros em $-0,131$ e aumento da alíquota de transporte aéreo em $0,26$ mostrou que o efeito sobre o PIB real (desvio de $0,000174$) foi influenciado pelo consumo das famílias em $0,000527$ e pelo estoque de capital em $-0,013269$. Conclui-se, também, que no nível de emprego houve um desvio de $0,000424$ afetado pela queda do preço do trabalho. As importações diminuíram em $-0,000232$ influenciadas pelo índice de preço do consumidor com um desvio de $-0,000665$. Os demais produtos seguem movimentos semelhantes. A variação das alíquotas teria impulsionado, principalmente, o consumo das famílias. As exportações, também, aumentaram e o preço delas diminuiu. Provavelmente, este resultado foi dado a partir de algum efeito substituição entre os produtos ofertados.

3.5 Conclusões

O objetivo deste ensaio foi encontrar alíquotas ótimas sobre alguns produtos da economia brasileira, ou seja, alíquotas que aumentem o nível de bem-estar das famílias, respeitando a restrição orçamentária do governo (receita neutra) para o ano de 2013. Além disso, foram avaliados os impactos macroeconômicos a partir das variações das alíquotas. Para se chegar a este objetivo, foi utilizada a matriz de insumo-produto do ano de 2013, em um modelo de equilíbrio geral computável. Também foram assumidos pressupostos neoclássicos: firmas minimizadoras de custos, famílias maximizadoras de utilidade e equilíbrio dos mercados (*market clearing*). A partir disso, foram, então, empreendidas duas simulações. Na primeira simulação, os produtos escolhidos variavam por elasticidade de oferta, devido à falta de dados para o cálculo da elasticidade de demanda. Sob a Regra de Ramsey, a tributação deve ser maior nos mercados em que a elasticidade da demanda é menor. Assim, para se alcançar o resultado ótimo, foram tributados mais os bens com elasticidade de oferta alta, bem como foram reduzidas as alíquotas de bens com elasticidade de oferta menor. Conclui-se, portanto, que a elasticidade de oferta apresentada no modelo, possivelmente, é menor do que a elasticidade de demanda, de modo a inverter o resultado da Regra de Ramsey. É importante destacar ainda que, quando a elasticidade da oferta não é igual à elasticidade de demanda, o peso do imposto pode variar em relação aos bens necessários. Em países em desenvolvimento, tal como o Brasil, a oferta costuma possuir baixa elasticidade, no caso de aumento de preços. Dessa forma, um aumento de preço varia pouco a oferta de bens e de serviços, o que gera um peso morto mais elevado na economia. Já no caso de países desenvolvidos, a redução de preços não diminui muito a oferta, sendo a produção, portanto, mais eficiente.

Uma questão importante a ser colocada diz respeito ao formato da função de utilidade utilizada neste modelo (equação 3.41). A função de utilidade possui um parâmetro repre-

sentando a quantidade de produtos de subsistência. Tal formato reduz a importância desses bens no consumo das famílias e, dada uma quantidade de oferta grande, o preço desses bens necessários tende a diminuir. Dessa forma, tributar bens necessários aumenta o preço para o consumidor, fator que tende a piorar o bem-estar social da população. É um resultado oposto ao da Regra de Ramsey. O formato da função de utilidade apresentado permite a análise de bem-estar para diferentes níveis de renda, contudo, é possível que haja alguma influência nos resultados, haja vista este parâmetro; portanto, talvez não seja respeitada a Regra de Ramsey. Sendo assim, o exercício pode ser melhorado, futuramente, ao se comparar o resultado apresentado para a função Klein-Rubin e um outro tipo de função utilidade.

Na segunda simulação, foram escolhidos produtos com uma certa substitutabilidade, a fim de analisar a variação de alíquotas. Verificou-se, em uma análise por grupos de renda, que quando a demanda é maior por um grupo e aumenta-se a alíquota sobre ele, o nível de bem-estar desta faixa de renda tende a diminuir. Alguns produtos, também, por possuírem uma gama maior de substitutos, passam a ser sensíveis à elasticidade preço, o que leva à queda de demanda com o aumento da alíquota. Uma redução do preço, portanto, conduz ao aumento do nível de bem-estar.

A simulação das variações das alíquotas sobre alguns produtos consumidos pelas famílias sinalizou, de uma forma geral, um aumento no nível de atividade econômica, no emprego, bem como uma queda no índice de preços ao consumidor. Esta política teve o potencial de melhorar o bem-estar das famílias; na maioria das simulações, houve a melhoria de bem-estar em todas as faixas de renda, sendo maior nas classes mais pobres, o que reduz a desigualdade entre os grupos de renda. Em termos de orientação para formulação de políticas, este estudo permite afirmar que as alíquotas ótimas encontradas geraram aumento no nível de crescimento econômico, tendo efeitos positivos no nível de bem-estar das famílias, especialmente no que se refere às menores faixas de renda, podendo ser facilmente justificadas tendo em vista o elevado grau de desigualdade característico no Brasil.

3.6 Apêndice

3.6.1 Elasticidade de oferta de curto prazo

É possível derivar uma expressão aproximada para a oferta de curto prazo, quando os estoques de capital são fixos. Considera-se que o produto Z é uma função CES de capital e trabalho, e que outros inputs e materiais são exigidos em proporção à produção. Usa-se a forma de mudança percentual, e então é possível escrever:

$$p = H_K P_K + H_L P_L + H_M P_M \quad \text{Lucro zero} \quad (3.78)$$

$$x_L - x_K = \sigma(p_K - p_L) \quad \text{Proporção de fatores} \quad (3.79)$$

$$Z = S_L x_L + S_K x_K \quad \text{Função de produção} \quad (3.80)$$

Em que H_K , H_L e H_M são as participações nos custos totais de capital, mão-de-obra e materiais, e onde S_K e S_L são as participações nos custos dos fatores primários de capital e trabalho. O preço do produto é dado por p , e p_K , p_L e p_M são os preços do capital, trabalho e materiais, respectivamente. O produto é dado por Z e x_K , x_L são as quantidades de inputs de capital e mão-de-obra. O capital deve ser interpretado como abrangendo todos os fatores fixos. No fechamento de curto prazo, x_K é definido como zero, de forma que as duas últimas equações se tornem:

$$x_L = \sigma(p_K - p_L) \quad \text{e} \quad Z = S_L x_L \quad (3.81)$$

$$Z = S_L \sigma(p_K - p_L) \quad \text{ou} \quad p_K = p_L + z/(S_L \sigma) \quad (3.82)$$

Substituindo (3.82) em (3.78) tem-se:

$$p = H_K(p_L + Z/(S_L \sigma)) + H_L P_L + H_M P_M \quad (3.83)$$

$$p = Z H_K / (S_L \sigma) + (H_K + H_L) P_L + H_M P_M \quad (3.84)$$

$$Z H_K / (S_L \sigma) = p - (H_K + H_L) P_L - H_M P_M \quad (3.85)$$

$$Z = (S_L \sigma / H_K) [p - (H_K + H_L) P_L - H_M P_M] \quad (3.86)$$

Em que H_F é a participação do fator primário no custo total (= $H_K + H_L$). Então, $H_K = S_K H_F$. Assim, $Z = (L/S_K)[p/H_F - p_L - (H_M/H_F)p_M]$. A elasticidade preço da oferta de curto prazo é o coeficiente em p :

$$\sigma S_L / (S_K H_F) \quad (3.87)$$

Dessa forma, a oferta é mais elástica, já que a proporção trabalho/capital é maior ou a

participação dos materiais no custo total é maior. A equação (3.87) é apenas uma estimativa de equilíbrio parcial, assume-se que todos os insumos, exceto capital, estão sob oferta elástica. Para as indústrias que possuem fatores fixos permanentes (por exemplo, terra ou recursos naturais) é possível contrabalançar as elasticidades de oferta de forma semelhante. Em (3.87) o S_L deve ser analisado como a parcela de fatores móveis no custo do fator primário, com $S_K = 1 - S_L$.

Referências Bibliográficas

- ACEMOGLU, D. Introduction to modern economic growth. Princeton and Oxford: Princeton University Press, 2009.
- AGUIAR, M., & GOPINATH, G. Defaultable debt, interest rates and the current account. *Journal of international Economics*, 69(1), 64 – 83, 2006.
- AGUIAR, M., & AMADOR, M. Growth in the Shadow of Expropriation. *The Quarterly Journal of Economics*, 126(2), 651 – 697, 2011.
- AIYAGARI, S. R. Uninsured idiosyncratic risk and aggregate saving. *The Quarterly Journal of Economics*, 109(3), 659 – 684, 1994.
- AIYAGARI, S. R. Optimal capital income taxation with incomplete markets, borrowing constraints, and constant discounting. *Journal of political Economy*, 103(6), 1158 – 1175, 1995.
- AIYAGARI, S. R., & MCGRATTAN, E. The optimum quantity of debt. *Journal of Monetary Economics*, 42(3), 447 – 469, 1998.
- AIYAGARI, S. R., MARCET, A., SARGENT, T. J., & SEPPALA, J. Optimal taxation without state-contingent debt. *Journal of Political Economy*, 110(6), 1220 – 1254, 2002.
- ALESINA, A., & TABELLINI, G. A positive theory of fiscal deficits and government debt. *The Review of Economic Studies*, 57(3), 403 – 414, 1990.
- ALVAREZ, F., & JERMANN, U. J. Efficiency, equilibrium, and asset pricing with risk of default. *Econometrica*, 68(4), 775 – 797, 2000.
- ANGELETOS, G. M. Fiscal policy with noncontingent debt and the optimal maturity structure. *The Quarterly Journal of Economics*, 117(3), 1105 – 1131, 2002.
- ARELLANO, C. Default risk and income fluctuations in emerging economies. *The American Economic Review*, 98(3), 690 – 712, 2008.
- ARMINGTON, P.S. A theory of demand for products distinguished by place of production. *International Monetary Fund Staff Papers*, v.16, p.159-178, 1969.
- ATKINSON, A.B., STIGLITZ, J.E. The design of tax structure: direct versus indirect taxation. *Journal of Public Economics* 6, 55 – 75, 1976.

- BARRO, R. J., & GORDON, D. B. . Rules, discretion and reputation in a model of monetary policy. *Journal of monetary economics*, 12(1), 101 – 121, 1983.
- Barsky, R. B., Mankiw, N. G. & S. P. Zeldes. Ricardian consumers with keynesian propensities. *American Economics Review*, 676 – 91, 1986.
- BENIGNO, G. & L. FORNARO. Stagnationtraps. *Mimeo*, London School of Economics, 2016.
- BEWLEY, T. The permanent income hypothesis: A theoretical formulation. *Journal of Economic Theory*, 16, 252 – 292, 1977.
- BEWLEY, T. A difficulty with the optimum quantity of money. *Econometrica*, 1485 – 1504, 1983.
- BHANDARI, A., EVANS, D., GOLOSOV, M., & SARGENT, T. J. Fiscal policy and debt management with incomplete markets. *The Quarterly Journal of Economics*. 2016
- BUERA, F., & NICOLINI, J. P. Optimal maturity of government debt without state contingent bonds. *Journal of Monetary Economics*, 51(3), 531 – 554, 2004.
- CARROLL, C. & A. SAMWICK. The nature of precautionary wealth. *Journal of Monetary Economics*, 41 – 71, 1997.
- CARROLL, C. D. How does future income affect current consumption? *Quarterly Journal of Economics*, 111 – 147, 1994.
- CHAMLEY, C. Optimal taxation of capital income in general equilibrium with infinite lives. *Econometrica*, 54, 607 – 622, 1986.
- CHANG, R. Credible Monetary Policy with Long Lived Agents: Recursive Approaches. *Journal of Economic Theory*, 81(2), 431 – 467, 1998.
- CHARI, V. V., & KEHOE, P. J. Sustainable Plans. *Journal of Political Economy*, 98(4), 783 – 802, 1990
- CHARI, V. V., L. C. & KEHOE P. J. Optimal fiscal policy in a business cycle model. *Journal of Political Economy*, 617 – 652, 1994.
- CHIEN, Y., & LUSTIG, H. : The Market Price of Aggregate Risk and the Wealth Distribution, *Review of Financial Studies*, 23(4), 1596 – 1650, 2010
- CONSTANTINIDES, G., Capital market equilibrium with personal taxes, *Econometrica* 51,

611 – 636, 1983.

COOPER, R. A. J. (1988). Coordinating coordination failures in keynesian models. *IV Journal Quartely of Economics*.

COSTA, C. E. Notas de Economia do Setor Público Aula 6: Tributação Ótima I, EPGE/FGV, Agosto-Dezembro de 2010. Notas de Aula. *Mimeografado*

CURY, S. & COELHO, A. From revenue to value added taxes: Welfare and fiscal efficiency effects in brazil. *Revista Brasileira de Economia*, 373 – 392, 2010.

DAMMON, R., SPATT C., and ZHANG, H. Optimal consumption and investment with capital gains taxes. *Review of Financial Studies* 14, 583 – 616, 2001.

DEBORTOLI, D., & NUNES, R. Fiscal policy under loose commitment. *Journal of Economic Theory*, 145(3), 1005 – 1032, 2010.

DIAMOND, P. & MIRRLESS J. Optimal taxation and public production ii: Tax rule. *American Economic Review*, 261 – 278, 1971.

DIXON, P.; PARMENTER, B.; KYLAND, G.; SUTTON, J. (1982) ORANI: A General Equilibrium Model of the Australian Economy, Contrib. to Econ. Analysis, *North-Holland Publishing Company*.

Dixon, P.B.; Rimmer, M. Dynamic General Equilibrium Modelling for Forecasting and Policy: a practical guide and documentation of MONASH. *Amsterdam: Elsevier*. 338p, 2002.

DOMINGUES, E., RESENDE M. , MAGALHÃES A., & BETARELLI, A. Cenário macroeconômico para a economia brasileira 2010 – 2025: repercussões no estado de Minas Gerais e seus municípios. *texto para Discussão*, 383, 2010.

DOMÍNGUEZ, B. The time-consistency of government debt and institutional restrictions on the level of debt. *Manuscript*. [203, 216], 2010.

EASLEY, D., KIERF, N. M., & POSSEN, U. M. An equilibrium analysis of fiscal policy with uncertainty and incomplete markets. *International Economic Review*, 935 – 52, 1993.

EATON, J. & GERSOVITZ, M. . Debt with potential repudiation: Theoretical and empirical analysis. *The Review of Economic Studies*, 289 – 309, 1981.

ENGEN, E. & GRUBER, J. Unemployment insurance and precautionary saving. *NBER Working Paper*, 1995.

- EVANS, D. Optimal taxation with persistent idiosyncratic investment risk. *Working paper*, 2014.
- FENG, Z. Time consistent optimal fiscal policy over the business cycle. *Quantitative Economics*, 6(1), 189 – 221, 2015.
- FENG, Z., MIAO, J., PERALTA – ALVA, A., & SANTOS, M. S. Numerical simulation of nonoptimal dynamic equilibrium models. *International Economic Review*, 55(1), 83 – 110, 2014.
- FRISCH, R. A. Complete scheme for computing all direct and cross demand elasticities in a model with many sectors. *Econometrica*. v.27, n.2, p. 177 – 196, 1959.
- GARRIGA, C. Optimal Fiscal Policy in Overlapping Generations Models. *Economics* 66, Universitat de Barcelona. Espai de Recerca en Economia. *Working Papers*, 2001.
- GIARDINI, L. & CARVALHO, L. Impacto na arrecadação estadual devido a elevação setorial do ICMS em Minas Gerais a partir de 2016: Um estudo utilizando equilíbrio geral computável. *Working paper*, 2016.
- GOLOSOV, M., & SARGENT, T. Taxation, redistribution, and debt with aggregate shocks. Princeton University and New York University. *Unpublished manuscript*, 2012.
- GRECHYNA, D. Debt and deficit fluctuations in a time-consistent setup. *Macroeconomic Dynamics*, 1 – 24, 2016.
- GRUBER, J., & SAEZ, E. The Elasticity of Taxable Income: Evidence and Implications. *Journal of Public Economics*, 84(1) : 1 – 32, 2002.
- GUIO, L., JAPPELLI, T., & TERLIZZESE, D. Earnings uncertainty and precautionary saving. *Journal of Monetary Economics*, 307 – 37, 1992.
- GUNNING, J. & KEYZER, M. Applied General Equilibrium Models for Policy Analysis (Amsterdam: Elsevier, 2025 – 2107 ed.). *Handbook of Development Economics V. III – A*, 1995.
- HARBERGER, A. The corporation income tax: An empirical appraisal, in tax revision compendium, house committee on ways and means. 86th Congress, first session, V. 1, 231 – 250, 1959.
- HEATHCOETE, J. Fiscal policy with heterogeneous agents and incomplete markets. *Rev. Econ. Studies*, 2005.

- HEGGETT, M. The risk-free rate in heterogeneous-agent incomplete-insurance econ. *Journal of economic Dynamics and Control*, 17(5), 953 – 969, 1993.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) - 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2012/default.shtm>>. Acesso em: setembro, 2018
- IMROHOROGLU, A. Cost of business cycles with indivisibilities and liquidity constraints. *Journal of Political economy*, 97(6), 1364 – 1383, 1989.
- JONES, L. E., MANUELLI, R. E., & ROSSI, P. E. On the optimal taxation of capital income. *Journal of Economic Theory*, 73(1), 93 – 117, 1997.
- JUDD, K. Redistributive taxation in a simple perfect foresight model. *Journal of Public Economics*, vol. 28, issue 1, 59 – 83, 1985.
- JUDD, K. Optimal taxation in dynamic stochastic economies: Theory and evidence. *Manuscript*, Hoover Institution. [191, 213], 1993.
- KEHOE, P. & Perri, F. International business cycles with endogenous incomplete markets. *Econometrica*, 907 – 928, 2002.
- KEHOE, T. J. & LEVINE, D. K. Debt-constrained asset markets. *The Review of Economic Studies*, 865 – 888, (1993).
- KOCHERLAKOTA, N. Implications of efficient risk sharing without commitment. *The Review of Economic Studies*, 595 – 609, 1996.
- KRUSELL, P. & SMITH, J. A. Income and wealth heterogeneity in the macroeconomy. *Journal of political Economy*, 867 – 896, 1998.
- KUBLER, F. & SCHMEDDERS, K. Recursive equilibria in economies with incomplete markets. *Macroeconomic Dynamics*, 284 – 306, 2002.
- KUEHLWEIN, M. A test for the presence of precautionary saving. *Economics Letters*, 471-75, 1991.
- KYDLAND, F., & PRESCOTT, E. Rules rather than discretion: The inconsistency of optimal plans. *Journal of Political Economy*, 473 – 492, 1977.
- LEITH, C. & WREN-LEWIS, S. Fiscal sustainability in a new keynesian model. *Journal of*

Money, Credit and Banking 45(8), 1477 – 1516, 2013.

LELAND, H. Saving and uncertainty: The precautionary demand for saving. *Quarterly Journal of Economics* 82 , 465 – 473, 1968.

LUCAS, R. Models of business cycles. Oxford: Blackwell, 1987.

LUCAS, R. E. & STOKEY, N. L. Optimal fiscal and monetary policy in an economy without capital. *Journal of monetary Economics*, 55 – 93, 1983.

LUSARDI, A. Precautionary saving and subjective earnings variance. *Economics Letters*, 319 – 326, 1997.

MILLER, B. Recursive contracts. *Journal of Economic Theory*, 154 – 167, 1976.

MIRLEES, J. A. An exploration in the theory of optimal income taxation. *Review of Economic Studies*, 38(2), 175 – 208, 1971.

ORTIGUEIRA, S. & PEREIRA, J. Markov-perfect optimal fiscal policy: The case of unbalanced budgets. *Manuscript*, 2008.

PANOUSI, V. & REIS, C. Optimal capital taxation with idiosyncratic investment risk. *Working Paper*, 1 – 45, 2014.

PANOUSI, V. & REIS, C. (2016). A unified framework for optimal taxation with undiversifiable risk. *Working Paper*.

PARK, Y. Optimal taxation in a limited commitment economy. *Review of Economic Studies*, 2014.

PERRY, G., WHALLEY, J., & MCMAHON, G. Fiscal reform and structural change in developing countries. New-York: Palgrave-Macmillan, 2001.

PERSSON, T. & SVENSSON, L. E. Why a stubborn conservative would run a deficit: Policy with time-inconsistent preferences. *The Quarterly Journal of Economics*, 325 – 345, 1989.

PETER, W. HORRIDGE, M.; Meguer, G. Navqui, F.; Parmenter, B. The theoretical structure of MONASH-MRF. Cayton: Center of Policy Studies, 121 p. (*Preliminary working paper*, OP-85), 1996.

PHELAN, C., & STACCHETTI, E. Sequential equilibria in a Ramsey tax model. *Econometrica*, 69(6), 1491 – 1518, 2001.

- PIGOU, A. A study in public finance. London: Macmillan, 1947.
- POUZO, D. & PRESNO, I. Optimal taxation with endogenous default under incomplete markets. *Mimeo*, U.C. Berkeley, 1491 – 1518, 2016.
- RAMSEY, F. A contribution to the theory of taxation. *Economic Journal*, 47 – 61, . 1927
- REIS, C. Taxation without commitment. *Economic Theory*, 52(2), 565 – 588, 2013.
- ROBERDS, W. Models of policy under stochastic replanning. *International Economic Review*, 28(3), 731 – 755, 1987
- SCHAUMBURG, E., & TAMBALOTTI, A. An investigation of the gains from commitment in monetary policy. *Journal of Monetary Economics*, 54(2), 302 – 324, 2007.
- SHIN, Y. Ramsey meets Bewley: Optimal government financing with incomplete markets. Dept. of Economics, University of Wisconsin. *Mimeo*, 2006.
- SHOVEN, J. & J. WHALLEY. A general equilibrium calculation of the effects of differential taxation of income from capital in the u.s. *Journal of Public Economics*, 281 – 321, 1972.
- SIBLEY, D. Permanent and transitory effects in a model of optimal consumption with wage income uncertainty. *Journal of Economic Theory* 11 , 68 – 82, 1975.
- SLEET, C., & YELTEKIN. Credibility and endogenous societal discounting. *Review of Economic Dynamics*, 9(3), 410 – 437, 2006.
- SONG, Z., STORESLETTEN, K., & ZILIBOTTI, F. Rotten parents and disciplined children: A politico-economic theory of public expenditure and debt. *Manuscript*, 2006.
- STARR-MCCLUER, M. Health insurance and precautionary savings. *Econ. Rev.* 86(1), 258 – 295, 1996.
- STOCKMAN, P. Personal income tax reform in Belgium: The short, medium and long-run impact on wages, employment and value added re-examined by labmod - federal planning bureau. *Working Paper*, 2004.
- STOKEY, N. L., Lucas Jr, R. E., & PRESCOTT, E. C. Recursive Methods in Economic Dynamics. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1989.
- STORESLETTEN, K., HEATHCOTE, J., & VIOLANTE, G. L. Quantitative macroeconomics with heterogeneous households. *Annual Review of Economics*, 319 – 354, 2009.

TORRES, A. Modelos de tributação ótima da renda: O cálculo de alíquotas marginais assintóticas para o Brasil no ano de 2000. Dissertação (Mestrado em Economia): Facul. de Economia, Univ. de Brasília, Brasília, 2003.

WERNING, I. Tax smoothing with incomplete markets. *Mimeo*, 2005.

WERNING, I. Pareto efficient income taxation. *Working Paper*, 2007.

WERNING, I. Managing a liquidity trap: Monetary and fiscal policy. *Manuscript*, 2012.

ZELDES, S. Optimal consumption with stochastic income. *Quarterly Journal of Economics*, 275 – 298, 1989.

ZHU, X. Optimal fiscal policy in a stochastic growth model. *Journal of Economic Theory*, 250 – 289, 1992.