



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA

Programa de Pós-Graduação

GIOVANI SILVA MACHADO

**IMPACTO DE LONGO PRAZO DE REFORMAS NA PREVIDÊNCIA
UTILIZANDO UM MODELO DE GERAÇÕES SOBREPOSTAS**

BRASÍLIA-DF

2017

GIOVANI SILVA MACHADO

IMPACTO DE LONGO PRAZO DE REFORMAS NA PREVIDÊNCIA
UTILIZANDO UM MODELO DE GERAÇÕES SOBREPOSTAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Departamento de Economia, da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de Brasília, como requisito à obtenção do título de Mestre em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Roberto de Góes Ellery Júnior

BRASÍLIA-DF

2017

Ficha Catalográfica

Folha de Aprovação

Dissertação de autoria de Giovani Silva Machado, intitulada "Impacto de Longo Prazo de Reformas na Previdência utilizando um Modelo de Gerações Sobrepostas, apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia pela Universidade de Brasília, em 17 de novembro de 2017, defendida e aprovada pela banca examinadora abaixo assinada:

Prof Dr. Roberto de Góes Ellery Júnior
Universidade de Brasília
Orientador

Prof Dr. Victor Gomes
Universidade de Brasília
Examinador Interno

Prof Dr. Nelson Leitão Paes
Universidade Federal de Pernambuco
Examinador Externo

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a meus pais e à minha família, que construíram a base sobre a qual pude e posso me apoiar.

Ao Nelson, que me incentivou a participar do Programa de Mestrado e sempre compartilhou seu conhecimento, com sua constante serenidade, no dia-a-dia do Ministério da Fazenda. Ao professor Roberto Ellery, por sua ajuda e por possibilitar através de sua orientação que eu concluísse este trabalho.

Aos demais professores do Departamento de Economia da UnB, por tudo que pude aprender nestes dois anos. À equipe da Secretaria de Política Econômica do Ministério da Fazenda, pelo apoio à consecução deste objetivo.

À Gabriela, que é quem mais esteve ao meu lado neste período, presencialmente ou por meio de palavras. Aos meus amigos, por sua torcida e indispensável companhia.

RESUMO

Este trabalho procura avaliar o impacto de longo prazo do aumento da idade de aposentadoria sobre as variáveis macroeconômicas e sobre o bem-estar, por meio de simulações de um modelo de gerações sobrepostas (OLG) para o estado estacionário inicial, que é a situação atual, e para os estados estacionários finais, em que se consideram a mudança demográfica e cenários de aumento da vida laboral. As simulações realizadas apontam no sentido de que uma reforma da Previdência Social que estabeleça um aumento da idade de aposentadoria traz benefícios de longo prazo. O aumento do fator trabalho e a redução de tributos devidos à mudança elevam o produto no longo prazo e permitem um maior controle das despesas públicas por parte do Governo. O efeito sobre o bem-estar também é positivo: a elevação do produto e a redução de impostos fornece maior renda disponível aos indivíduos, que aumentam o consumo *per capita* ao longo do ciclo de vida.

Palavras-chave: Modelo de Gerações Sobrepostas (OLG), Previdência Social, Mudança Demográfica.

ABSTRACT

The study aims to evaluate the long-term impact of increasing the retirement age on macroeconomic variables and welfare through simulations of an overlapping generations (OLG) model for the initial steady state, which is the current situation, and for final stationary states, where demographic change and work-life increase scenarios are considered. The simulations carried out indicate that a Social Security reform that establishes an increase in the retirement age brings long-term benefits. The increase in the labor factor and the reduction of taxes due to the change raise the product in the long term and allow a greater control of the public expenses by the Government. The effect on well-being is also positive: raising output and reducing taxes provides higher disposable income to individuals, which increase *per capita* consumption over the life cycle.

Keywords: Overlapping Generations Model (OLG), Social Security, Demographic Change.

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - POPULAÇÃO EM CADA GERAÇÃO NOS ESTADOS ESTACIONÁRIOS (EES) INICIAL E FINAL	47
GRÁFICO 2 - ACUMULAÇÃO DE CAPITAL PER CAPITA EM CADA GERAÇÃO NO ESTADO ESTACIONÁRIO (EE) FINAL	50
GRÁFICO 3 - CONSUMO PER CAPITA EM CADA GERAÇÃO NOS ESTADOS ESTACIONÁRIOS (EES) INICIAL E FINAL.....	50
GRÁFICO 4 - ACUMULAÇÃO DE CAPITAL PER CAPITA EM CADA GERAÇÃO NO ESTADO ESTACIONÁRIO (EE) FINAL, PARA IDADES DE APOSENTADORIA DE 57 E 65 ANOS.....	54
GRÁFICO 5 - CONSUMO PER CAPITA EM CADA GERAÇÃO NO ESTADO ESTACIONÁRIO (EE) FINAL, PARA IDADES DE APOSENTADORIA DE 57 E 65 ANOS.....	55
GRÁFICO 6 - UTILIDADE EM CADA GERAÇÃO NO ESTADO ESTACIONÁRIO (EE) FINAL, PARA IDADES DE APOSENTADORIA DE 57 E 65 ANOS	56
GRÁFICO 7 - UTILIDADE EM CADA GERAÇÃO NO ESTADO ESTACIONÁRIO (EE) FINAL, PARA IDADES DE APOSENTADORIA DE 57 E 59 ANOS	56

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - PARÂMETROS COM BASE NA LITERATURA.....	40
TABELA 2 - AGREGADOS MACROECONÔMICOS DADOS.....	43
TABELA 3 - ALÍQUOTAS DOS TRIBUTOS NO MODELO.....	44
TABELA 4 - VARIÁVEIS NOS ESTADOS ESTACIONÁRIOS INICIAL E FINAL, SEM AUMENTO NA IDADE DE APOSENTADORIA.....	48
TABELA 5 - VARIÁVEIS EM NÍVEL NO ESTADO ESTACIONÁRIO FINAL, CONSIDERANDO O AUMENTO NA IDADE DE APOSENTADORIA	52
TABELA 6 - ALTERAÇÃO NAS VARIÁVEIS NO ESTADO ESTACIONÁRIO FINAL COM RELAÇÃO AO CENÁRIO SEM AUMENTO NA IDADE DE APOSENTADORIA	53
TABELA 7 - PARÂMETROS DESAGREGADOS DO MODELO NO ESTADO ESTACIONÁRIO INICIAL	62

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1 Modelos de Gerações Sobrepostas	13
2.2 Modelos de Gerações Sobrepostas no Brasil.....	16
3 A PREVIDÊNCIA SOCIAL NO BRASIL	20
3.1 Histórico e legislação da Previdência Social	20
3.2. Histórico e legislação da Previdência Social dos servidores públicos.....	23
4 METODOLOGIA.....	26
4.1 O Modelo	26
4.1.1 Famílias.....	26
4.1.2 Firmas	30
4.1.3 Governo e Previdência Social	31
4.1.4 Equilíbrio de Mercado.....	32
4.1.5 Efeito sobre o Bem-Estar	33
4.2 Solução do Modelo	34
4.2.1 Trajetória de Transição	34
4.2.2 Estado Estacionário	39
4.3 Calibragem	40
4.3.1 Parâmetros Baseados na Literatura.....	40
4.3.2 Parâmetros e Variáveis Extraídos das Bases de Dados	41
4.3.3 Parâmetros e Variáveis Estimados pelas Equações do Modelo no Estado Estacionário	45
5 SIMULAÇÕES E RESULTADOS	47
5.1 Efeito da Mudança Demográfica.....	47
5.2 Efeitos da Mudança da Idade de Aposentadoria Sobre o Estado Estacionário Final.....	52
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
APÊNDICE	62

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o debate acerca do financiamento da Previdência Social tem se intensificado no Brasil. A discussão mostra-se necessária, dado o déficit atual do sistema previdenciário e as perspectivas de envelhecimento da população.

Em 2016, a arrecadação do Regime Geral da Previdência Social (RGPS) foi de R\$ 358,1 bilhões, enquanto as despesas foram de R\$ 507,9 bilhões, o que gerou um déficit de R\$ 149,8 bilhões. Destes, R\$ 103,4 bilhões foram devidos à previdência rural e R\$ 46,3 à previdência urbana. Por outro lado, os Regimes Próprios da Previdência Social (RPPS) dos servidores públicos da União, Estados e municípios apresentaram em 2015 déficit previdenciário de R\$ 98,2 bilhões, com receitas de R\$ 158,4 bilhões e despesas de R\$ 256,6 bilhões

Neste mesmo ano, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 11,3% das pessoas no Brasil tinham 60 anos ou mais, de acordo com o conceito definido no Estatuto do Idoso. Em 2060, as projeções do IBGE são de uma população com 33,7% de indivíduos nesta faixa etária, quase três vezes a proporção atual.

Este estudo visa construir um modelo de gerações sobrepostas com o objetivo de estimar o impacto de longo prazo de uma reforma da previdência, sobre as variáveis macroeconômicas e, em última instância, sobre o bem-estar. O objetivo é construir cenários de reforma que considerem o aumento da idade de aposentadoria dos trabalhadores. Com base nos resultados do modelo, também é possível sugerir em quantos anos em média deve-se aumentar a idade de aposentadoria para equilibrar o orçamento público no longo prazo.

Modelos de gerações sobrepostas apresentam a peculiaridade de representarem, a cada instante de tempo, indivíduos em diversas etapas de suas vidas. O modelo que se deseja construir se baseou no modelo construído por Freitas (2015), que por sua vez é uma adaptação do modelo proposto por Auerbach e Kotlikoff (1987) em seu livro *Dynamic Fiscal Policy*, trabalho que sistematizou a construção de modelos dinâmicos de equilíbrio geral com famílias heterogêneas.

O projeto propõe construir um modelo com 68 gerações, o que corresponde a indivíduos de 23 (ingressantes no mercado de trabalho)¹ a 90 anos ou mais de idade (é a última geração, após a qual ocorre a morte do indivíduo).

A existência de diferentes gerações, que coexistem em diferentes instantes de tempo, permite levar em conta o efeito das previsões de mudanças no perfil demográfico, notadamente o envelhecimento da população, sobre as variáveis macroeconômicas e sobre o bem-estar social.

Desta forma, pretende-se calcular as variáveis do modelo para seu estado estacionário inicial e final, em um cenário sem reforma da previdência, ou cenário base, e em cenários com reformas da previdência que considerem aumentos da idade de aposentadoria (elevação de um a sete anos). Considera-se a projeção da população do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para 2060 (último ano das projeções) para o estado estacionário final.

Utilizando esse arcabouço, será verificado que o aumento da idade de aposentadoria traz progressivamente ganhos de bem-estar no longo prazo e permite um maior controle das despesas públicas por parte do Governo. A elevação da idade de aposentadoria em cerca de sete anos equilibra o orçamento público no longo prazo.

Nas próximas seções serão apresentadas, nesta ordem, a revisão da literatura sobre Modelos de Gerações Sobrestadas, o histórico e o arcabouço da Previdência Social no Brasil, o detalhamento da metodologia utilizada no estudo, os resultados encontrados e algumas considerações finais.

¹ Fonte: Fórum de debates sobre políticas de emprego, trabalho e renda e de Previdência Social. O documento encontra-se disponível em: <http://www.previdencia.gov.br/wp-content/uploads/2012/11/Forum-RelatorioFinal-1.pdf>. Acessado em 29/08/2017.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A revisão de literatura foi dividida em duas subseções: a primeira disserta sobre as origens do modelo e sobre os principais estudos que abordam a utilização de modelos OLG na literatura internacional. A segunda subseção apresenta os estudos brasileiros que utilizaram da metodologia para avaliar o impacto de reformas na previdência, em primeiro lugar, ou de outras políticas públicas.

2.1 Modelos de Gerações Sobrepostas

A primeira formulação de um modelo de gerações sobrepostas (ou OLG, do inglês *Overlapping Generations*) se deu no Apêndice 2 do livro *Economie et intérêt* de Allais (1947), com o objetivo de discutir ideias propostas ao longo do texto principal, notadamente a relação entre taxa de juros e a preferência dos consumidores pelo presente e a acumulação de capital.

Mas foi com o artigo de Samuelson (1958) que o uso desta formulação se generalizou. O autor buscou definir uma trajetória de equilíbrio para a taxa de juros em um mercado de capital perfeito e com a existência de apenas um produto não durável. Usando um modelo com uma geração de indivíduos produtivos e outra de improdutivos, o autor encontrou taxas de juros de equilíbrio negativas, o que implicava que o ótimo social seria atingido por meio de transferências dos produtivos aos improdutivos, ou de forma equivalente, por meio de um sistema de previdência por repartição.

Mais tarde, Diamond (1965) explorou os efeitos da dívida pública sobre o equilíbrio de longo prazo e para isso incluiu no modelo de Samuelson um governo que tem dívida e arrecada impostos para o pagamento de juros e uma tecnologia de produção neoclássica, transformando assim o modelo de Samuelson em um modelo de crescimento.

Estes três são considerados os trabalhos seminais quando se trata de modelos de gerações sobrepostas.

Com a evolução da capacidade computacional, foi possível simular modelos OLG com um nível de heterogeneidade entre os agentes cada vez maior. O trabalho de referência de metodologia para a realização das simulações dos modelos de gerações sobrepostas é o livro *Dynamic Fiscal Policy*, de Auerbach e Kotlikoff (1987). Na obra,

os autores dividem a resolução do modelo em três etapas: cálculo do estado estacionário inicial, do estado estacionário final, após a política fiscal, e por fim, a transição entre estes dois pontos.

No modelo, as famílias vivem por 55 gerações e seguem a teoria do ciclo de vida proposta por Modigliani e Brumberg (1954) e Ando e Modigliani (1963), na qual as famílias escolhem racionalmente os níveis presentes e futuros de consumo e lazer, de forma a maximizar a sua utilidade intertemporal, dada sua restrição orçamentária ao longo da vida. As famílias ofertam trabalho às firmas e podem se aposentar. Sua habilidade difere com o passar das gerações. Além disso, após sua morte, os indivíduos não deixam heranças ou dívidas.

A firma representativa é competitiva e usa capital e trabalho como fatores de produção. Suas decisões de investimento são sujeitas à expectativa de lucro, que pode estar sujeita a restrições impostas por custos de ajustamento do capital de curto prazo.

O governo é composto da autoridade fiscal e pelo sistema de seguridade social. Além disso, o orçamento do governo deve ser equilibrado intertemporalmente.

Através deste modelo, os autores simulam os efeitos dinâmicos de diversas políticas fiscais: prolongados cortes de tributos, mudanças na estrutura tributária, aumento do grau de progressividade fiscal, do consumo do governo ou dos incentivos ao investimento e a mudança no sistema de seguridade fiscal. Os autores afirmam que de acordo com as simulações realizadas, embora os níveis absolutos das variáveis econômicas sejam bastante sensíveis à escolha dos valores dos parâmetros, a eficácia e eficiência relativas das políticas fiscais alternativas parecem ser muito menos sensíveis à parametrização precisa do modelo.

O livro de Auerbach e Kotlikoff (1987) continua sendo referência na simulação de modelos OLG, embora tenha havido inúmeros trabalhos posteriores que propuseram extensões ao modelo.

Auerbach et al. (1989) adicionaram ao modelo herança, mudança tecnológica, comércio internacional e gastos do governo variáveis com a composição demográfica da população para investigar os efeitos da mudança demográfica sobre a relação capital-trabalho e o bem-estar no Japão, Alemanha, Suécia e Estados Unidos. Os autores

encontraram indícios de que a mudança demográfica teria um impacto significativo sobre a poupança nacional, salários reais e balança corrente.

Imrohoroglu, Imrohoroglu e Joines (1995) introduziram choques na renda e na mortalidade dos agentes para determinar o valor ótimo da taxa de reposição, que é a relação do valor do benefício previdenciário sobre o salário médio da economia. Os autores encontram evidências a favor de um sistema de previdência por repartição: encontram uma taxa de reposição ótima no valor de 30% e que uma taxa de reposição de 60%, considerada mais realista, provê ganhos de bem-estar comparada a um cenário sem sistema de previdência social (taxa de reposição igual a zero).

Cifuentes e Valdés-Prieto (1997) incorporaram a existência de restrições de crédito numa avaliação do impacto fiscal de uma mudança do sistema previdenciário de repartição para capitalização. Segundo os autores, a ausência de restrições de crédito acarreta na antecipação do consumo dos indivíduos para as primeiras gerações de seu ciclo de vida, o que prejudica o realismo das simulações realizadas. Além disso, a ausência de restrições acarretaria em um efeito de neutralidade do sistema de crédito com relação ao regime previdenciário de capitalização

Kotlikoff et. al (2001) inseriram padrões realistas de fertilidade e longevidade, além de heterogeneidade intrageracional, para avaliar o impacto da transição demográfica nos Estados Unidos. Os autores concluem que a migração para um sistema de seguridade social privado gera pequenas perdas para as gerações atuais, porém ganhos significativos para as futuras gerações, sobretudo àqueles com rendas muito baixas.

De acordo com Miranda (1997), uma característica importante dos modelos OLG é a possibilidade de analisar as implicações das decisões individuais sobre as variáveis agregadas, ou seja, microeconomia e macroeconomia são complementares e interligadas. Além disso, sua abordagem dinâmica, em que as decisões dos agentes racionais dependem tanto das expectativas futuras quanto das circunstâncias imediatas, permite contrapor os efeitos de curto e longo prazo na análise de uma determinada política, frente à abordagem estática, consolidada por Keynes, em que o foco é o presente.

Especificamente com relação à previdência, diversas abordagens podem ser utilizadas para se estudar suas características e os efeitos de uma reforma, como por exemplo projeções estatístico-atuariais. Contudo, quando o foco de atenção é sobre acumulação de capital e bem-estar, os modelos OLG são os mais utilizados na literatura, o que se deve ao reconhecimento de que a previdência não é apenas um problema de alocação intertemporal, mas também uma questão de distribuição de riqueza e bem-estar entre as gerações (Miranda, 1997).

2.2 Modelos de Gerações Sobrepostas no Brasil

Com relação à avaliação de reformas da previdência, alguns estudos foram realizados no Brasil utilizando como ferramenta modelos OLG. Estes estudos, em geral, focaram na mudança parcial ou total de um sistema previdenciário de repartição para um de capitalização.

Neste sentido, os estudos pioneiros na utilização de modelos OLG no Brasil foram o de Barreto e Oliveira (1995) e Barreto (1997), que calcularam os estados estacionários de um modelo de gerações sobrepostas com 55 gerações para avaliar os efeitos de longo prazo de reformas da previdência com graus diversos de capitalização. Os autores encontraram que, em geral, sistemas mais capitalizados são pareto-superior no longo prazo, com ganhos mais expressivos de bem-estar quando financiados por impostos ao invés de dívida. Por outro lado, os autores argumentam sobre o impasse existente: o financiamento via aumento de tributos faz recair sobre as gerações atuais os custos impostos pela reforma, muito embora ao final da reforma ocorram maiores níveis de acumulação de capital e salário real.

Lannes Junior e Oliveira (1998) e Lannes Junior (1999) aplicam o modelo de restrição de crédito de Cifuentes e Valdés-Prieto (1997) ao Brasil. Os autores calculam os estados estacionários do modelo para avaliar o efeito de longo prazo da mudança de um sistema de repartição para um sistema de capitalização da previdência. Para o caso de desequilíbrio orçamentário endógeno do sistema previdenciário, com os valores das contribuições e benefícios definidos, que é o caso brasileiro, os autores demonstram que com financiamento do passivo previdenciário por endividamento público, existe uma alíquota de contribuição compulsória no sistema de capitalização, tanto para imposto de renda quanto para imposto sobre o consumo, que maximiza o ganho de bem-estar dos indivíduos em estado estacionário, com relação ao sistema de repartição. Mostram ainda

que, mesmo em um contexto de mercados competitivos e previsão perfeita, a intervenção governamental no sistema previdenciário de capitalização pode oferecer ganhos de utilidade entre estados estacionários em relação a uma previdência completamente voluntária, em que há ausência de contribuições previdenciárias compulsórias. Por fim, argumentam que o aumento da poupança agregada associado à adoção de um sistema de capitalização não é condição suficiente para justificar a mudança de regime previdenciário.

Ellery Junior e Bugarin (2003) aplicam o modelo de Imrohoroglu, Imrohoroglu e Joines (1995) ao Brasil. Os autores calculam os estados estacionários do modelo para determinar a relação ótima entre um sistema de repartição e de capitalização, medido pela taxa de reposição. Os autores concluem que, com relação ao bem-estar, um sistema de repartição é superior à capitalização caso a taxa de reposição seja de no máximo 30%, mas somente para um fator de desconto intertemporal (beta) de 1,005. Com um valor de beta de 0,96, o sistema de capitalização é sempre preferível à repartição.

Ferreira (2002) utiliza um modelo de OLG para calcular, além dos estados estacionários, as trajetórias de transição entre os estados estacionários inicial e final, de forma a determinar os efeitos de curto e longo prazo de diversas reformas na previdência, com mudanças com relação à base de incidência da tributação e à escolha entre um sistema de repartição, capitalização ou situações intermediárias. O autor conclui que reformas parciais, que reduzam a taxa de reposição ou transfiram a base tributária do trabalho para o consumo produzem efeitos positivos de longo prazo. Contudo, o impasse reside no financiamento da transição. O autor simula diversos cenários e mostra que não há forma de financiamento estritamente preferível a todos os agentes. Ferreira (2004) modifica o modelo anterior com uma economia aberta e taxa de juros exógena. Os resultados mostram que o financiamento da transição de um sistema de repartição para capitalização leva a efeitos completamente diferentes sobre a balança corrente, de acordo com o tributo escolhido.

Teles e Andrade (2006) utilizam um modelo de gerações sobrepostas de seis períodos para calcular as trajetórias de transição da taxa de crescimento anual do produto, da taxa de juros anual e dos tributos sobre salários, sob cenários de redução da dívida pública, de uma reforma tributária, de uma reforma educacional, e de duas reformas da previdência, quais sejam: aumento da idade de aposentadoria de 58 para 65

anos e uma queda em 10% da taxa de reposição. Os autores concluem primeiramente que as reformas tributária e previdenciária, embora afetem de forma positiva o esforço fiscal e a dívida pública, não alteram de forma substancial o investimento em capital humano, logo não interferem diretamente no crescimento econômico. Por outro lado, a redução da dívida pública leva à ligeira elevação no crescimento econômico, devido à queda da taxa de juros, que gera aumento na acumulação de capital humano. Concluem ainda que uma reforma educacional, por meio de uma elevação do subsídio oferecido pelo Governo para a acumulação de capital, tem efeito inconclusivo, pois o resultado é altamente dependente dos parâmetros educacionais calibrados.

Além da utilização para estimar o impacto de reformas na previdência, os modelos de gerações sobrepostas foram bastante utilizados no Brasil para análise de mudanças tributárias.

Menezes e Barreto (1999) verificaram, utilizando o modelo de Barreto (1997), os impactos macroeconômicos e sobre o bem-estar de uma reforma tributária ampla, sobre o sistema tributário tradicional e o sistema tributário de seguridade social. Os autores encontram evidências de que o ótimo do bem-estar social esteja inserido num sistema tributário que privilegia a tributação do consumo e num sistema previdenciário de capitalização.

Lledo (2005) calcula a transição do modelo OLG desenvolvido por Auerbach e Kotlikoff (1987) para verificar o efeito de curto e longo prazo de uma transferência da tributação sobre lucro e operações financeiras para consumo. O modelo considera como hipótese que não há crescimento da dívida pública durante a transição. Os resultados mostram que a mudança traz ganhos de bem-estar no longo prazo para 70% das gerações e que não há substanciais perdas no curto prazo sobre a renda, estoque de capital e trabalho.

Fochezatto e Salami (2009) utilizam um modelo OLG com economia aberta e dois setores produtivos (um produz para o mercado doméstico e o outro para exportação), para calcular os efeitos de longo prazo de diferentes cenários de reformas tributárias. Os resultados dos diversos cenários apontam na direção da maior eficiência relativa dos impostos indiretos com relação aos diretos, em consonância com a teoria econômica.

Cavalcanti e Silva (2010) calculam a transição de um modelo OLG com incerteza quanto ao tempo de vida e custo de ajustamento do capital para comparar medidas de desoneração dos fatores trabalho e capital da ordem de 1% do PIB, quanto aos seus efeitos de curto e longo prazo. A perda de arrecadação é compensada por um aumento de mesma ordem da tributação sobre o consumo, de forma que a medida seja neutra do ponto de vista tributário. As desonerações sobre trabalho e capital apresentam ganhos de capital, produto e bem-estar para todas as gerações no longo prazo, sendo que no curto prazo há perda de bem-estar para as gerações mais velhas. A desoneração do capital apresentou maiores níveis de capital e produto, porém menor bem-estar no longo prazo comparada à desoneração do fator trabalho.

Freitas (2015) calcula a transição de um modelo OLG com incerteza quanto ao tempo de vida com o objetivo de determinar o efeito da desoneração da folha de pagamentos sobre as variáveis agregadas e o bem-estar. O autor encontra efeitos positivos, porém modestos, para as variáveis macroeconômicas, em específico o consumo agregado, capital, trabalho, produto e salários, assim como para os níveis de bem-estar. O autor encontra também efeito de curto prazo negativo sobre o bem-estar das gerações de aposentados, já que estes indivíduos não se beneficiam da redução na alíquota do imposto sobre a previdência social.

3 A PREVIDÊNCIA SOCIAL NO BRASIL

Nesta seção, são apresentados um breve histórico e as normas gerais atualmente em vigência na Previdência Social brasileira, na forma de Regime Geral. Em um segundo momento, são apresentados um breve histórico e as normas gerais da Previdência Social dos servidores públicos, que possui uma caracterização diferenciada, ou um Regime Próprio.

3.1 Histórico e legislação da Previdência Social

O Decreto do Poder Legislativo nº 4.682, de 24 de janeiro de 1923, também conhecido como Lei Eloy Chaves, é considerado o marco inicial da previdência no Brasil.

Seu texto criou as Caixas de Aposentadorias e Pensões (CAPs) para os empregados das empresas ferroviárias, que contavam como fonte de recursos aportes dos empregados, empregadores e um percentual sobre as tarifas pagas ao Estado pelo uso das estradas de ferro. A adesão à CAP dava direito à assistência médica, pensão por morte e aposentadoria por idade ou invalidez.

A medida é considerada o marco da previdência pois as instituições adotadas até então não tinham volume de recursos significativo, abrangiam pequena parcela dos assalariados e nelas não havia a presença do Estado, segundo Da Silva e Da Costa (2016).

A Constituição de 1934 avançou no tema e foi a primeira a definir em seu texto a forma de custeio tripartite da previdência, em seu Art. 121, § 1º, alínea h:

"§ 1º - A legislação do trabalho observará os seguintes preceitos, além de outros que colimem melhorar as condições do trabalhador:

...

h) ... instituição de previdência, mediante contribuição igual da União, do empregador e do empregado, a favor da velhice, da invalidez, da maternidade e nos casos de acidentes de trabalho ou de morte;"

Em 1960, foi promulgada a Lei Orgânica da Previdência Social - LOPS (Lei nº 3.807, de 26 de agosto de 1960), que unificou e uniformizou as normas

infraconstitucionais até então existentes. A Lei não contemplava ainda os trabalhadores rurais e domésticos.

A Lei nº 4.214, de 2 de março de 1963, criou o Fundo de Assistência ao Trabalhador Rural (FUNRURAL) e foi o primeiro passo na extensão dos benefícios dos trabalhadores urbanos aos rurais. A Lei nº 5.859, de 11 de dezembro de 1972, incluiu os empregados domésticos na Previdência Social.

O Decreto-Lei nº 72, de 21 de novembro de 1966 continuou o processo iniciado pela LOPS e unificou, além das normas, a administração da previdência social no Brasil: os seis Institutos de Aposentadorias e Pensões até então existentes foram reunidos e formaram o Instituto Nacional de Previdência Social (INPS).

A Lei nº 6.439, de 1º de setembro de 1977, instituiu o Sistema Nacional de Previdência e Assistência Social (SINPAS), que visava integrar as áreas de previdência, assistência social e assistência médica.

A Constituição de 1988 seguiu na mesma direção, com a inclusão em seu texto de um capítulo específico sobre a Seguridade Social, conceito que "compreende um conjunto integrado de ações de iniciativa dos Poderes Públicos e da sociedade, destinadas a assegurar os direitos relativos à saúde, à previdência e à assistência social." De acordo com Nolasco (2010) e Ibrahim (2011), dentro da Seguridade Social, os serviços de saúde e assistência social não dependem de custeio para se ter direito a eles, porém os serviços da Previdência Social dependem de contrapartida do beneficiário.

A Constituição de 1988 dispôs ainda em seu texto sobre dois regimes de previdência: o dos servidores públicos (que viria a ser denominado Regime Próprio da Previdência Social - RPPS), regido pelo Art. 40 da Constituição, e o do restante da população, que seria organizado por meio de um regime geral (Regime Geral da Previdência Social - RGPS)², regido pelo Art. 201 da Constituição

O Decreto nº 99.350, de 27 de junho de 1990, criou o Instituto Nacional do Seguro Social – INSS, pela fusão do IAPAS (entidade componente do SINPAS responsável pela arrecadação, fiscalização e cobrança das contribuições) com o INPS

² O Art. 12 da Lei 8.213/1991 permite a adesão de servidor de cargo efetivo ao RGPS, desde que seu respectivo ente não possua um regime próprio. No Brasil, a União e todos os Estados apresentam um Regime Próprio de Previdência Social. Porém, 3.382 municípios ou 61% do total adotam o RGPS.

(entidade responsável pelo pagamento dos benefícios). A Lei nº 11.457, de 16 de março de 2007, por sua vez, transferiu à Secretaria da Receita Federal do Brasil a competência de arrecadar e fiscalizar as contribuições previdenciárias.

Além da Constituição Federal de 1988, as leis que definem as regras gerais do Regime Próprio da Previdência Social no Brasil - RGPS (embora tenham sofrido modificações em seus artigos ao longo dos anos), são a Lei nº 8.212, de 24 de julho de 1991, que disciplina sobre a organização e o custeio da Seguridade Social, a Lei nº 8.213, de 24 de julho de 1991, que disciplina os planos de benefícios da Previdência Social e o Decreto nº 3.048, de 6 de maio de 1999, que regulamenta a Previdência Social.

A legislação atual permite que as mulheres se aposentem por idade aos 60 anos e os homens aos 65 anos, de acordo com o Art. 48 da Lei 8.213/91. No Brasil, porém, a existência de aposentadorias especiais (ao qual o indivíduo tem direito quando tiver trabalhado sujeito a condições especiais que prejudiquem a saúde ou a integridade física) e por tempo de contribuição fazem com que a média da idade de aposentadoria seja de apenas 57 anos.³

A regra da aposentadoria especial permite que o indivíduo se aposente após 15, 20 ou 25 anos de contribuição, a depender do grau de insalubridade de sua atividade (Art. 57 da Lei 8.213/1991). A regra de aposentadoria por tempo de contribuição permite que a mulher se aposente ao completar 25 anos e o homem ao completar 30 anos de contribuição, com direito a 70% do salário de benefício, ou 30 anos para mulheres e 35 para homens, com 100% do salário de benefício (Arts. 52 e 53 da Lei 8.213/1991).

De forma a desestimular a aposentadoria por tempo de contribuição de indivíduos jovens, a Lei nº 9.876, de 26 de novembro de 1999, criou o fator previdenciário, que ajusta o salário de benefício da aposentadoria (normalmente para baixo, caso o indivíduo se aposente cedo), que é obtido por uma fórmula que considera a idade, a expectativa de sobrevida e o tempo de contribuição do segurado ao se aposentar.

³ Fonte: Fórum de debates sobre políticas de emprego, trabalho e renda e de Previdência Social, *slide* 54. O documento encontra-se disponível em: <http://www.previdencia.gov.br/wp-content/uploads/2012/11/Forum-RelatorioFinal-1.pdf>. Acessado em 31/08/2017.

A legislação atual (Art. 29 da Lei 8.213/1991) define que o valor do salário de benefício da aposentadoria consiste "na média aritmética simples dos maiores salários de contribuição correspondentes a oitenta por cento de todo o período contributivo, multiplicada pelo fator previdenciário."

Com o mesmo intuito de desestimular a aposentadoria de indivíduos jovens, a Lei nº 13.183, de 4 de novembro de 2015, adicionou à Lei 8.213/1991 a possibilidade de que o indivíduo que tenha preenchido o requisito para a aposentadoria por tempo de contribuição opte pela não incidência do fator previdenciário no cálculo do valor de seu benefício, desde que a soma de sua idade com seu tempo de contribuição supere 85 pontos para as mulheres e 95 pontos para os homens.

Em verdade, a Lei 13.183/2015 ofereceu uma vantagem aos segurados, pois ele passou a possuir uma opção de cálculo a mais de seu benefício previdenciário. Ou seja, ele passou a poder optar entre o que lhe fosse mais vantajoso: a regra do fator previdenciário ou a regra da soma da idade mais tempo de contribuição.

A incidência da contribuição previdenciária era até recentemente somente sobre os salários, de acordo com a Lei 8.212/1991. As alíquotas variavam de 8% a 11% sobre a remuneração, para o empregado e, em geral, 20% para as empresas. A Lei nº 12.546, de 14 de dezembro de 2011, permitiu que empresas de alguns setores específicos substituíssem a incidência da contribuição previdenciária sobre os salários para o faturamento, geralmente com alíquotas mais vantajosas, na medida conhecida como desoneração da folha de pagamentos. Para os empregados, as alíquotas entre 8% e 11% se mantiveram. Desta forma, a base sobre a qual incide a contribuição previdenciária é formada por salários e faturamento, atualmente.

3.2. Histórico e legislação da Previdência Social dos servidores públicos

De acordo com Souza (2014), as origens do sistema previdenciário brasileiro sempre estiveram fincadas no serviço público. Já no século XVII, havia movimentação dos servidores públicos com vistas a constituir caixas de socorros mútuos. A primeira Constituição da República, de 1891, previu a aposentadoria aos funcionários públicos em caso de invalidez. A Constituição de 1934 regulou, em seu Art. 170, as aposentadorias compulsória (aos 68 anos) e por invalidez dos servidores públicos.

O Decreto-Lei nº 1.713, de 28 de outubro de 1939, criou o primeiro Estatuto dos Funcionários Públicos Civis da União, que tratava dos direitos e deveres dos servidores públicos. No estatuto, foi aberta a possibilidade de aposentadoria por tempo de serviço, que ainda tinha caráter discricionário e era considerada um prêmio pelos bons serviços prestados à nação (SOUZA, 2014).

A Constituição de 1946 dispôs pela primeira vez acerca da paridade entre os proventos dos ativos e inativos, o que perduraria até a entrada em vigência da Emenda Constitucional nº 41, de 19 de dezembro de 2003. Além disso, aumentou a idade de aposentadoria para 70 anos e elevou a status constitucional a aposentadoria por tempo de serviço, já prevista no Estatuto dos Funcionários Públicos Civis da União, com a diferença de que ela passava a ser obrigatória e não mais discricionária (SOUZA, 2014).

A Lei nº 1.711, de 28 de outubro de 1952, criou um novo Estatuto dos Funcionários Públicos Civis da união. Em seu Art. 184, a lei determinou que os servidores públicos com 35 anos de serviço poderiam se aposentar com salário integral ou com vencimentos até 20% superiores àqueles dos servidores em atividade.

A Constituição de 1988, em seu Art. 40, definiu as regras gerais de aposentadoria do servidor público que vigoram atualmente. Segundo Souza (2014), o texto foi muito bem recebido pelas associações de servidores, pois manteve a paridade da remuneração das aposentadorias e pensões com relação à remuneração dos servidores em atividade e o valor integral da última remuneração.

A unificação das carreiras em um regime jurídico único, dada pelo Art. 39 da Constituição Federal, fez com que diversos servidores que antes eram regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), passassem ao Regime Próprio da Previdência Social (RPPS), o que certamente contribuiu para os déficits do sistema.

Até 1991, o servidor contribuía para a previdência com 6% de sua remuneração. A Lei nº 8.162, de 8 de janeiro de 1991, estabeleceu uma contribuição que variava de 9% a 12%. Em seguida, a Medida Provisória nº 1.482-34, de 14 de março de 1997, estabeleceu alíquota única de 11%, incidente sobre a remuneração. A contrapartida do Estado atualmente é de 22%, dada pela Lei nº 10.887, de 18 de junho de 2004.

A Emenda Constitucional (EC) nº 20, de 15 de dezembro de 1998, promoveu algumas alterações à aposentadoria do servidor público, com destaque para a adição de idade mínima de 60 anos para homens e 55 para mulheres, em caso de aposentadoria por tempo de contribuição (35 anos de contribuição para homens e trinta para mulheres).

Em 2003, a Emenda Constitucional nº 41 pôs fim aos dispositivos de paridade e integralidade. Para os novos servidores do serviço público, os benefícios da aposentadoria seriam calculados por uma média aritmética simples dos 80% maiores salários de contribuição. Além disso, a emenda estabeleceu a incidência de contribuição previdenciária sobre os rendimentos de aposentados e pensionistas que superassem o máximo estabelecido para o RGPS.

Por fim, a Lei nº 12.618, de 30 de abril de 2012, instituiu o regime de previdência complementar para os servidores públicos. Neste sistema, os novos servidores não fazem mais parte do RPPS, e contribuem com o RGPS até o máximo estabelecido anualmente e com até mais 8,5% da parcela de seu salário que exceder este máximo. Há contrapartida do mesmo valor por parte do governo. Os recursos são administrados pelas Fundações de Previdência Complementar do Servidor Público Federal, sendo que foi criada uma para cada um dos três poderes. A medida elimina, a longo prazo, o problema do déficit do RPPS, já que o regime da nova previdência complementar é de capitalização, e não mais de repartição.

Desta forma, coexistem na previdência dos servidores públicos indivíduos sujeitos a diversas regras, de acordo com o instante de tempo em que iniciaram suas carreiras públicas. Os grandes marcos legislativos aconteceram em 1998, com a EC nº 20, em 2003, com a EC nº 41, e em 2012, com a Lei nº 12.618/2012. Cada uma destas medidas contribuiu para tornar o regime de previdência dos serviços públicos mais equilibrado, embora ainda haja déficits elevados no curto e médio prazo.

4 METODOLOGIA

Esta seção descreve inicialmente a estrutura do modelo, através da exposição detalhada de suas equações. Em um segundo momento, e utilizando estas equações, é apresentado o sistema de equações que determina a dinâmica do modelo, e que deve ser resolvido para se encontrar seus estados estacionários inicial e final. Por fim, são detalhadas as etapas realizadas na calibração do modelo, considerando dados do ano de 2014.

4.1 O Modelo

O modelo que se deseja construir se baseou no modelo construído por Freitas (2015), que por sua vez é uma adaptação do modelo proposto por Auerbach e Kotlikoff (1987). Assim como em Freitas (2015), o modelo considera a incerteza quanto ao tempo de vida nas diferentes gerações.

4.1.1 Famílias

O ciclo de vida de uma família inicia-se com a entrada no mercado de trabalho, aos 23 anos de idade⁴, e termina com a sua morte, aos 90 anos. Cada família vive, portanto, durante 68 gerações. Elas buscam maximizar a utilidade ao longo de suas vidas, sujeitas a suas restrições orçamentárias.

A utilidade de uma família nascida no tempo K é representada pela seguinte equação:

$$U_K = \frac{1}{1 - \frac{1}{\gamma}} \sum_{j=1}^{68} \frac{p_{j,t} u_{j,t}^{(1-\frac{1}{\gamma})}}{(1 + \beta)^{(j-1)}}, \text{ com } t = K + j \quad (1)$$

Os subscritos representam a geração j a qual pertence cada família no instante de tempo t . Os parâmetros γ e β representam, respectivamente, a elasticidade de substituição intertemporal e a taxa de desconto ou preferência pelo presente e $p_{j,t}$ é a probabilidade de manter-se vivo entre uma geração e outra. Note que U_K é a soma

⁴ Considera-se que os indivíduos entram no mercado de trabalho aos 23 anos. Fonte: Fórum de debates sobre políticas de emprego, trabalho e renda e de Previdência Social. O documento encontra-se disponível em: <http://www.previdencia.gov.br/wp-content/uploads/2012/11/Forum-RelatorioFinal-1.pdf>. Acessado em 31/08/2017.

ponderada das utilidades $u_{j,t}$ da família que entra no mercado de trabalho no tempo K , ao longo da vida.

A utilidade da geração j no instante de tempo t é função: dos parâmetros α e ρ , que representam respectivamente a intensidade das preferências das famílias por lazer em relação ao consumo e a elasticidade de substituição intratemporal entre consumo ($c_{j,t}$) e lazer ($l_{j,t}$) per capita, de acordo com a equação a seguir:

$$u_{j,t} = (c_{j,t}^{(1-\frac{1}{\rho})} + \alpha l_{j,t}^{(1-\frac{1}{\rho})})^{\frac{1}{(1-\frac{1}{\rho})}} \quad (2)$$

A utilidade da economia em um determinado tempo t é dada por (note que $\beta=0$ neste caso, pois as utilidades são somadas num mesmo instante do tempo):

$$U_t = \frac{1}{1 - \frac{1}{\gamma}} \sum_{j=1}^{68} p_{j,t} u_{j,t}^{(1-\frac{1}{\gamma})} \quad (3)$$

As famílias de cada geração, em cada instante do tempo, fornecem capital $k_{j,t}$ às firmas, sendo este o único ativo detido por elas. Os agentes não possuem nenhuma riqueza aos 23 anos ($k_{1,t} = 0$) e acumulam capital ao longo da vida. Não há nenhuma restrição quanto a existência de dívida durante o ciclo de vida da família. É imposta, contudo, a restrição de que o capital seja zero no momento de morte do indivíduo, após a geração 68 ($k_{69,t} = 0$). Ou seja, não é permitido que o indivíduo deixe herança ou dívidas após a sua morte.

As equações (4) e (5) representam a acumulação de capital pelas famílias durante o período ativo e durante a aposentadoria, respectivamente. A expressão (6) representa a restrição orçamentária intertemporal das famílias, de maneira que $k_{69,t} = 0$.

$$k_{j+1,t+1} = [1 - \delta + r_t(1 - \tau_{kt})]k_{j,t} + W_t e_j (1 - l_{j,t})(1 - \tau_{lt} - \tau_{slt}) + tr_t - c_{j,t}(1 + \tau_{ct} + \tau_{sct}), \text{ para } j \leq \text{trab} \quad (4)$$

$$k_{j+1,t+1} = [1 - \delta + r_t(1 - \tau_{kt})]k_{j,t} + b_t + tr_t - c_{j,t}(1 + \tau_{ct} + \tau_{sct}), \text{ para } j > \text{trab} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} & \sum_{j=1}^{68} \frac{(1 + \tau_{ct} + \tau_{sct})c_{j,t}}{\prod_{m=1}^j [1 - \delta + r_m(1 - \tau_{kt})]} \\ = & \sum_{j=1}^{\text{trab}} \frac{W_t e_j (1 - l_{j,t})(1 - \tau_{lt} - \tau_{slt})}{\prod_{m=1}^j [1 - \delta + r_m(1 - \tau_{kt})]} \\ & + \sum_{j=\text{trab}+1}^{68} \frac{b_t}{\prod_{m=\text{trab}+1}^j [1 - \delta + r_m(1 - \tau_{kt})]} \\ & + \sum_{j=1}^{68} \frac{tr_t}{\prod_{m=1}^j [1 - \delta + r_m(1 - \tau_{kt})]} \end{aligned} \quad (6)$$

, com $t = K + j$, em que K é o período de tempo do nascimento

Em que δ é a taxa de depreciação do capital, r_t é a taxa de juros real e W_t são os salários no tempo t . Os benefícios previdenciários e as transferências são dados por b_t e tr_t , respectivamente. Eles variam no tempo, mas são recebidos igualmente pelas diferentes gerações, dado um instante de tempo t . O vetor e_j , constante no tempo, é o parâmetro que representa o nível de habilidade das famílias em diferentes gerações. As alíquotas tributárias são τ_{lt} , τ_{ct} , τ_{kt} , τ_{slt} e τ_{sct} , e podem variar no tempo. Representam, respectivamente, as alíquotas sobre renda do trabalho, consumo, renda do capital e as contribuições previdenciárias sobre trabalho e consumo (esta última se deve às contribuições sobre bens e serviços⁵ e à contribuição das empresas optantes pelo Simples Nacional). O valor de trab é igual ao número de anos que cada família trabalha até se aposentar. O valor utilizado para a calibragem é de $\text{trab}=34$ ⁶, ou seja, no modelo as famílias se aposentam ao completarem 57 anos.

Para a maximização da utilidade das famílias, define-se a variável auxiliar $w_{j,t}^*$, de acordo com a equação (7). O parâmetro $\mu_{j,t}$ tem origem na resolução do problema de

⁵ Consideram-se como contribuições sobre bens e serviços as contribuições sobre o faturamento, devidas à desoneração da folha de pagamentos, o INSS – Comercialização da Produção Rural e o INSS - Clubes de Futebol, de acordo com classificação do estudo Carga Tributária no Brasil 2014.

⁶ Utilizou-se a regra tempo de contribuição mais idade = 90 (média entre homens(=95) e mulheres(=85)). Desta forma, ao começar a trabalhar aos 23 anos (hipótese do modelo), o indivíduo se aposentaria aos 56,5 anos, que foram arredondados para 57, pois o modelo trabalha com gerações anuais. A regra corresponde ao Art. 29-C da Lei nº 8.213, de 24 de julho de 1991. A redação foi incluída pela Lei nº 13.183, de 4 de novembro de 2015. O valor coincide com a estimativa do Fórum de debates sobre políticas de emprego, trabalho e renda e de Previdência Social, slide 54. O documento encontra-se disponível em: <http://www.previdencia.gov.br/wp-content/uploads/2012/11/Forum-RelatorioFinal-1.pdf>. Acessado em 31/08/2017.

maximização da utilidade⁷ e pode ser interpretado como o salário sombra da geração j no tempo t e é diferente de zero se o lazer é igual a 1 (caso dos aposentados) e igual a zero caso o lazer seja menor que 1 (população ativa no mercado de trabalho). A obtenção deste parâmetro não é necessária para a resolução do modelo, pois $w_{j,t}^*$ somente interessa no cálculo do consumo e lazer dos indivíduos ativos, caso em que $\mu_{j,t}$ é sempre zero.

$$w_{j,t}^* = \frac{W_t e_j (1 - \tau_{lt} - \tau_{slt}) + \mu_{j,t}}{(1 + \tau_{ct} + \tau_{sct})} \quad (7)$$

A solução do problema de maximização da utilidade, representada pela equação (1), com relação a consumo e lazer, sujeita à restrição orçamentária intertemporal (equação (6)), fornece a trajetória do consumo e lazer no tempo. As equações (8), (9) e (10) determinam a trajetória do consumo, enquanto as equações (11) e (12) ilustram a trajetória do lazer.

Há distintas equações para consumo e lazer devido ao fato de que para os indivíduos nas gerações $j \leq \text{trab}$, as famílias escolhem o lazer (entre zero e um) que maximiza suas utilidades. Já para as gerações $j > \text{trab}$, o nível de lazer é sempre 1. O fato de ser constante não permite derivar o Lagrangeano do problema com relação ao lazer para os aposentados.

As equações (8) e (11) representam consumo per capita e lazer para as gerações ativas, enquanto as equações (10) e (12) são utilizadas para as gerações de aposentados. A equação (9) é um híbrido das equações (8) e (10) e se dá no primeiro ano de aposentadoria do indivíduo. Neste caso, as famílias têm o lazer fixado em um no instante t , porém escolhem o lazer em $t-1$. Na equação (10), o lazer é igual a um em t e $t-1$. Note que as variáveis auxiliares $w_{j,t}^*$ e $w_{j-1,t-1}^*$ aparecem na equação (8), mas não na (10), pois o salário real W_t é zero para os aposentados. Na equação (9), $w_{j-1,t-1}^*$ aparece no denominador do lado esquerdo da expressão.

$$\frac{c_{j,t}}{c_{j-1,t-1}} = \left(\frac{p_j (1 + \tau_{ct-1} + \tau_{sct-1}) [1 - \delta + r_t (1 - \tau_{kt})]}{(1 + \beta) p_{j-1} (1 + \tau_{ct} + \tau_{sct})} \right)^{\gamma} \left(\frac{1 + \alpha^{\rho} (w_{j-1,t-1}^*)^{1-\rho}}{1 + \alpha^{\rho} (w_{j,t}^*)^{1-\rho}} \right)^{\frac{\rho-\gamma}{\rho-1}} \quad (8)$$

, para $j \leq \text{trab}$

⁷ Método dos multiplicadores de Lagrange.

$$\frac{c_{j,t}^{\frac{1}{\rho}}}{c_{j-1,t-1}^{\frac{1}{\gamma}}} \left(\frac{c_{j,t}^{(1-\frac{1}{\rho})} + \alpha}{1 + \alpha^{\rho} (w_{j-1,t-1}^*)^{1-\rho}} \right)^{\frac{\rho-\gamma}{\gamma(\rho-1)}} = \frac{p_j(1+\tau_{ct-1}+\tau_{sct-1})[1-\delta+r_t(1-\tau_{kt})]}{(1+\beta)p_{j-1}(1+\tau_{ct}+\tau_{sct})} \quad (9)$$

, para $j = trab + 1$

$$\left(\frac{c_{j,t}}{c_{j-1,t-1}} \right)^{\frac{1}{\rho}} \left(\frac{c_{j,t}^{(1-\frac{1}{\rho})} + \alpha}{c_{j-1,t-1}^{(1-\frac{1}{\rho})} + \alpha} \right)^{\frac{\rho-\gamma}{\gamma(\rho-1)}} = \frac{p_j(1+\tau_{ct-1}+\tau_{sct-1})[1-\delta+r_t(1-\tau_{kt})]}{(1+\beta)p_{j-1}(1+\tau_{ct}+\tau_{sct})} \quad (10)$$

, para $j > trab + 1$

$$l_{j,t} = c_{j,t} \left(\frac{\alpha}{w_{j,t}^*} \right)^{\rho}, \text{ para } j \leq trab \quad (11)$$

$$l_{j,t} = 1, \text{ para } j > trab \quad (12)$$

4.1.2 Firms

A economia possui um agente representativo para as firmas, que apresenta função de produção Cobb-Douglas. Desta forma, a equação do produto é a seguinte:

$$Y_t = AK_t^{\theta} L_t^{1-\theta} \quad (13)$$

Em que o parâmetro θ representa a participação do capital na função de produção, A é o parâmetro tecnológico e Y_t , K_t e L_t representam, respectivamente, o produto, capital e trabalho no tempo t .

A firma é competitiva e procura maximizar seu lucro, dado por (14). Da maximização do lucro com relação a L_t , a equação (15) é obtida. Do fato de que em economias competitivas o lucro das firmas no equilíbrio é zero advém a equação (16):

$$\pi_t = Y_t - W_t L_t - r_t K_t \quad (14)$$

$$W_t = (1 - \theta) A \left(\frac{K_t}{L_t} \right)^{\theta} = (1 - \theta) \frac{Y_t}{L_t} \quad (15)$$

$$r_t = \theta A \left(\frac{K_t}{L_t} \right)^{\theta-1} \quad (16)$$

4.1.3 Governo e Previdência Social

O governo arrecada por meio dos tributos sobre consumo, renda do trabalho e renda do capital e das contribuições previdenciárias sobre consumo e trabalho. O total arrecadado em t é inteiramente gasto no mesmo instante de tempo. O modelo, desta forma, não leva em consideração a dívida pública. As despesas são divididas em três modalidades: consumo do governo, transferências (pagas a todas as gerações) e benefícios da previdência (somente aos aposentados). As duas equações seguintes representam a arrecadação do governo e a distribuição de suas despesas. $N_{j,t}$ representa a população da geração j no tempo t .

$$T_t = \sum_{j=1}^{trab} N_{j,t} W_t e_j (1 - l_{j,t}) (\tau_{lt} + \tau_{slt}) + \sum_{j=1}^{68} N_{j,t} c_{j,t} (\tau_{ct} + \tau_{sct}) + r_t K_t \tau_{kt} \quad (17)$$

$$T_t = G_t + Tr_t + Dprev_t \quad (18)$$

O valor total das transferências (Tr_t) é dado pela multiplicação das transferências a cada geração por sua respectiva população.

$$Tr_t = \sum_{j=1}^{68} N_{j,t} tr_t \quad (19)$$

A previdência social arrecada recursos por meio das contribuições e despense por meio da concessão de benefícios. O benefício no tempo t é calculado pela média dos salários de contribuição dos indivíduos que entram na aposentadoria no tempo t , multiplicada pela taxa de reposição do regime previdenciário (φ), ou seja, a razão entre o valor do benefícios e o salário médio de contribuição. A equação (20) apresenta o cálculo dos benefícios (b_t) e as equações (21) e (22) apresentam o cálculo da despesa e da arrecadação previdenciária.

$$b_t = \varphi \sum_{j=1}^{trab} \left(\frac{W_{t-trab+j} e_j (1 - l_{j,t-trab+j})}{trab} \right) \quad (20)$$

$$Dprev_t = \sum_{j=trab+1}^{68} N_{j,t} b_t \quad (21)$$

$$Tprev_t = \sum_{j=1}^{trab} N_{j,t} W_t e_j (1 - l_{j,t}) (\tau_{slt}) + \sum_{j=1}^{66} N_{j,t} c_{j,t} (\tau_{sct}) \quad (22)$$

As transferências per capita podem ser obtidas pela combinação das equações (17) a (21), e são dadas pela seguinte expressão:

$$tr_t = \left\{ \sum_{j=1}^{trab} N_{j,t} W_t e_j (1 - l_{j,t}) (\tau_{lt} + \tau_{slt}) + \sum_{j=1}^{68} N_{j,t} c_{j,t} (\tau_{ct} + \tau_{sct}) + r_t K_t \tau_{kt} - G_t \right. \\ \left. - \sum_{j=trab+1}^{68} N_{j,t} \left[\varphi \sum_{j=1}^{trab} \left(\frac{W_{t-trab+j} e_j (1 - l_{j,t-trab+j})}{trab} \right) \right] \right\} / \sum_{j=1}^{68} N_{j,t} \quad (23)$$

4.1.4 Equilíbrio de Mercado

As equações (24) a (28) representam os equilíbrios para os mercados de bens e serviços, capital, consumo, trabalho e investimento (ou poupança), respectivamente. As variáveis C_t , I_t , S_t e L_t representam os agregados do consumo, investimento, poupança e trabalho, respectivamente. Como trabalhamos com a hipótese de economia fechada, os agregados poupança e investimento apresentam valores iguais. A equação (29) representa a dinâmica do investimento (ou poupança) *per capita*. A segunda igualdade da expressão (28) pode ser obtida multiplicando os $j=1,2,\dots,68$ elementos da equação (29), dado um instante de tempo t , por $N_{j,t}$ e realizando o somatório de ambos os lados.

$$Y_t = C_t + I_t + G_t \quad (24)$$

$$K_t = \sum_{j=1}^{68} N_{j,t} k_{j,t} \quad (25)$$

$$C_t = \sum_{j=1}^{68} N_{j,t} c_{j,t} \quad (26)$$

$$L_t = \sum_{j=1}^{trab} N_{j,t} e_j (1 - l_{t,j}) \quad (27)$$

$$I_t = \sum_{j=1}^{68} N_{j,t} i_{j,t} = \sum_{j=1}^{68} N_{j,t} k_{j+1,t+1} - (1 - \delta) K_t = S_t \quad (28)$$

$$i_{j,t} = k_{j+1,t+1} - (1 - \delta) k_{j,t} = s_{j,t} \quad (29)$$

4.1.5 Efeito sobre o Bem-Estar

O efeito de mudanças demográficas e de regras tributárias sobre a o bem-estar será calculado de acordo com o conceito de variação compensada sobre consumo. Esta medida consiste em calcular quanto deve variar o consumo, de maneira que os indivíduos sob as novas regras ou nova demografia disponham do mesmo nível de satisfação que desfrutavam antes das mudanças, na situação atual. Para a utilidade *per capita*, por geração, o resultado é dado pelo negativo da solução em $d_{j,t}$ para a seguinte equação, que é derivada da expressão (2):

$$u_{j,0} = \left\{ [c_{j,t}(1 + d_{j,t})]^{(1-\frac{1}{\rho})} + \alpha l_{j,t}^{(1-\frac{1}{\rho})} \right\}^{\frac{1}{(1-\frac{1}{\rho})}} \quad (30)$$

Desta forma, a seguinte expressão para $d_{j,t}$ pode ser obtida, para um dado tempo t:

$$d_{j,t} = - \left\{ \left[\frac{u_{j,0}^{(1-\frac{1}{\rho})} - \alpha l_{j,t}^{(1-\frac{1}{\rho})}}{c_{j,t}^{(1-\frac{1}{\rho})}} \right]^{(1-\frac{1}{\rho})} - 1 \right\} \quad (31)$$

A variação compensada da utilidade agregada, para um dado ano t, é dada pelo negativo da solução em D_t para a seguinte equação, derivada da expressão (3).

$$U_0 = \frac{1}{1 - \frac{1}{\gamma}} \sum_{j=1}^{68} p_{j,t} \left\{ [c_{j,t}(1 + D_t)]^{(1-\frac{1}{\rho})} + \alpha l_{j,t}^{(1-\frac{1}{\rho})} \right\}^{\frac{1}{(1-\frac{1}{\rho})}} \quad (32)$$

A solução em D_t para a equação não linear acima é obtida através do algoritmo de Broyden (1965).

4.2 Solução do Modelo

Nesta subseção, apresenta-se o sistema de equações que determina a dinâmica do modelo, obtido a partir das equações descritas na subseção anterior. Em seguida, descreve-se como foi realizado o cálculo dos estados estacionário inicial e final neste trabalho, utilizando este sistema de equações. A seção seguinte, calibragem, descreve de maneira pormenorizada como foi realizado o cálculo das variáveis macroeconômicas e do bem-estar para o estado estacionário inicial.

4.2.1 Trajetória de Transição

O sistema de equações e variáveis a seguir define completamente a dinâmica do modelo, e a variável *tempo* indica o tempo de transição entre o estado estacionário inicial e final (as demais variáveis podem ser obtidas após a resolução do sistema formado por $c_{j,t}$, $k_{j,t}$ e W_t):

- Equações (138 x *tempo*)
 - 1 x *tempo* equações de hipótese de que o capital ao nascer é zero ($k_{1,t} = 0$);
 - 68 x *tempo* equações de evolução do capital per capita ((4) e (5)): evolução entre $k_{1,t}$ a $k_{69,t}$, que é o capital ao morrer;
 - 1 x *tempo* equações de restrição orçamentária ((6)), que equivale a $k_{69,t} = 0$;
 - 67 x *tempo* equações de evolução do consumo per capita ((8) a (10)): evolução entre $c_{1,t}$ a $c_{68,t}$, que é o valor despendido pela última geração;
 - 1 x *tempo* equações do salário real ((15)).
- Variáveis (138 x *tempo*)
 - 69 x *tempo* variáveis de capital per capita ($k_{1,t}$ a $k_{69,t}$);
 - 68 x *tempo* variáveis de consumo per capita ($c_{1,t}$ a $c_{68,t}$);
 - 1 x *tempo* variáveis de salário real (W_t).

Para construir o sistema com base apenas em $c_{j,t}$, $k_{j,t}$ e W_t , é necessário substituir:

- a variável b_t , nas equações (4) a (6), pela expressão (20);
- a variável tr_t , nas equações (4) a (6), pela equação (23);
- A variável r_t , nas equações (4) a (6), (8) a (10) e (23), pela expressão da equação

(16);

- A variável K_t , que aparece nas equações (15), (16) e (23), pela equação (25);
- A variável L_t , que aparece nas equações (15) e (16), pela equação (27);
- As variáveis $l_{j,t}$, das equações (4) a (6), (8) a (10), (17), (23) e (27), pela expressão (11).

Após realizar estas manipulações, obtém-se o sistema de equações (33) a (40), que determina a dinâmica do modelo. As equações (34) a (36) são as equações (4) a (6) após as substituições. As equações (37) a (39) são as equações (8) a (10) após os algebrismos. A equação (40) corresponde à equação (15).

$$k_{1,t} = 0$$

(33)

$$\begin{aligned}
k_{j+1,t+1} &= \left[1 - \delta + (\theta A_t \left(\frac{\sum_{j=1}^{68} N_{j,t} k_{j,t}}{\sum_{j=1}^{trab} N_{j,t} e_j \left(1 - c_{j,t} \left(\frac{\alpha}{w_{j,t}^*} \right)^\rho \right)} \right))^{\theta-1} (1 - \tau_{kt}) \right] k_{j,t} \\
&\quad + W_t e_j \left(1 - c_{j,t} \left(\frac{\alpha}{w_{j,t}^*} \right)^\rho \right) (1 - \tau_{lt} - \tau_{slt}) \\
&\quad + \frac{\left\{ \sum_{j=1}^{trab} N_{j,t} W_t e_j (1 - l_{j,t}) (\tau_{lt} + \tau_{slt}) + \sum_{j=1}^{68} N_{j,t} c_{j,t} (\tau_{ct} + \tau_{sct}) + r_t K_t \tau_{kt} - G_t - \sum_{j=trab+1}^{68} N_{j,t} \left[\varphi \sum_{j=1}^{trab} \left(\frac{W_{t-trab+j} e_j (1 - l_{j,t-trab+j})}{trab} \right) \right] \right\}}{\sum_{j=1}^{68} N_{j,t}} \\
&\quad - c_{j,t} (1 + \tau_{ct} + \tau_{sct}), \text{ para } j \leq trab
\end{aligned} \tag{34}$$

$$\begin{aligned}
k_{j+1,t+1} &= \left[1 - \delta + (\theta A_t \left(\frac{\sum_{j=1}^{68} N_{j,t} k_{j,t}}{\sum_{j=1}^{trab} N_{j,t} e_j \left(1 - c_{j,t} \left(\frac{\alpha}{w_{j,t}^*} \right)^\rho \right)} \right))^{\theta-1} (1 - \tau_{kt}) \right] k_{j,t} \\
&\quad + \varphi \sum_{j=1}^{trab} \left(\frac{W_{t-trab+j} e_j \left(1 - \left(1 - c_{j,t-trab+j} \left(\frac{\alpha}{w_{j,t-trab+j}^*} \right)^\rho \right) \right)}{trab} \right) \\
&\quad + \frac{\left\{ \sum_{j=1}^{trab} N_{j,t} W_t e_j (1 - l_{j,t}) (\tau_{lt} + \tau_{slt}) + \sum_{j=1}^{68} N_{j,t} c_{j,t} (\tau_{ct} + \tau_{sct}) + r_t K_t \tau_{kt} - G_t - \sum_{j=trab+1}^{68} N_{j,t} \left[\varphi \sum_{j=1}^{trab} \left(\frac{W_{t-trab+j} e_j (1 - l_{j,t-trab+j})}{trab} \right) \right] \right\}}{\sum_{j=1}^{68} N_{j,t}} \\
&\quad - c_{j,t} (1 + \tau_{ct} + \tau_{sct}), \text{ para } j > trab
\end{aligned} \tag{35}$$

$$\begin{aligned}
& \sum_{j=1}^{68} \frac{(1 + \tau_{ct} + \tau_{sct})c_{j,t}}{\prod_{m=1}^j \left[1 - \delta + (\theta A_t \left(\frac{\sum_{j=1}^{68} N_{j,t} k_{j,t} \sum_{j=1}^{68} N_{j,t} k_{j,t}}{\sum_{j=1}^{trab} N_{j,t} e_j \left(1 - c_{j,t} \left(\frac{\alpha}{w_{j,t}^*} \right)^\rho \right) \right)} \right)^{\theta-1} (1 - \tau_{kt}) \right]} \\
&= \sum_{j=1}^{trab} \frac{W_t e_j \left(1 - c_{j,t} \left(\frac{\alpha}{w_{j,t}^*} \right)^\rho \right) (1 - \tau_{lt} - \tau_{slt})}{\prod_{m=1}^j \left[1 - \delta + (\theta A_t \left(\frac{\sum_{j=1}^{68} N_{j,t} k_{j,t}}{\sum_{j=1}^{trab} N_{j,t} e_j \left(1 - c_{j,t} \left(\frac{\alpha}{w_{j,t}^*} \right)^\rho \right) \right)} \right)^{\theta-1} (1 - \tau_{kt}) \right]} \\
&+ \sum_{j=trab+1}^{68} \frac{\varphi \sum_{j=1}^{trab} \left(\frac{W_{t-trab+j} e_j \left(1 - c_{j,t-trab+j} \left(\frac{\alpha}{w_{j,t-trab+j}^*} \right)^\rho \right)}{trab} \right)}{\prod_{m=trab+1}^j \left[1 - \delta + (\theta A_t \left(\frac{\sum_{j=1}^{68} N_{j,t} k_{j,t}}{\sum_{j=1}^{trab} N_{j,t} e_j \left(1 - c_{j,t} \left(\frac{\alpha}{w_{j,t}^*} \right)^\rho \right) \right)} \right)^{\theta-1} (1 - \tau_{kt}) \right]} \\
&+ \frac{\sum_{j=1}^{68} \left\{ \sum_{j=1}^{trab} N_{j,t} W_t e_j (1 - l_{j,t}) (\tau_{lt} + \tau_{slt}) + \sum_{j=1}^{68} N_{j,t} c_{j,t} (\tau_{ct} + \tau_{sct}) + r_t K_t \tau_{kt} - G_t - \sum_{j=trab+1}^{68} N_{j,t} \left[\varphi \sum_{j=1}^{trab} \left(\frac{W_{t-trab+j} e_j (1 - l_{j,t-trab+j})}{trab} \right) \right] \right\}}{\sum_{j=1}^{68} N_{j,t}} \\
&+ \prod_{m=1}^j \left[1 - \delta + (\theta A_t \left(\frac{\sum_{j=1}^{68} N_{j,t} k_{j,t}}{\sum_{j=1}^{trab} N_{j,t} e_j \left(1 - c_{j,t} \left(\frac{\alpha}{w_{j,t}^*} \right)^\rho \right) \right)} \right)^{\theta-1} (1 - \tau_{kt}) \right]
\end{aligned} \tag{36}$$

, com $t = K + j$ em que K é o instante de tempo do nascimento

$$\frac{c_{j,t}}{c_{j-1,t-1}} = \left(\frac{p_{j,t}(1+\tau_{ct-1}+\tau_{sct-1}) \left[1 + (\theta A_t \left(\frac{\sum_{j=1}^{68} N_{j,t} k_{j,t}}{\sum_{j=1}^{trab} N_{j,t} e_j (1-c_{j,t} \left(\frac{\alpha}{w_{j,t}^*} \right)^\rho \right)) \right)^{\theta-1} - \delta \right] (1-\tau_{kt})}{(1+\beta)p_{j-1,t-1}(1+\tau_{ct}+\tau_{sct})} \right)^\gamma \left(\frac{1+\alpha^\rho (w_{j-1,t-1}^*)^{1-\rho}}{1+\alpha^\rho (w_{j,t}^*)^{1-\rho}} \right)^{\frac{\rho-\gamma}{\rho-1}} \quad (37)$$

, para $j \leq trab$

$$\frac{c_{j,t}^{\frac{1}{\rho}}}{c_{j-1,t-1}^{\frac{1}{\rho}}} \left(\frac{c_{j,t} \left(\frac{1-\frac{1}{\rho}}{\rho} \right) + \alpha}{1+\alpha^\rho (w_{j-1,t-1}^*)^{1-\rho}} \right)^{\frac{\rho-\gamma}{\gamma(\rho-1)}} = \frac{p_{j,t}(1+\tau_{ct-1}+\tau_{sct-1}) \left[1 + (\theta A_t \left(\frac{\sum_{j=1}^{68} N_{j,t} k_{j,t}}{\sum_{j=1}^{trab} N_{j,t} e_j (1-c_{j,t} \left(\frac{\alpha}{w_{j,t}^*} \right)^\rho \right)) \right)^{\theta-1} - \delta \right] (1-\tau_{kt})}{(1+\beta)p_{j-1,t-1}(1+\tau_{ct}+\tau_{sct})} \quad (38)$$

, para $j = trab + 1$

$$\left(\frac{c_{j,t}}{c_{j-1,t-1}} \right)^{\frac{1}{\rho}} \left(\frac{c_{j,t} \left(\frac{1-\frac{1}{\rho}}{\rho} \right) + \alpha}{c_{j-1,t-1} \left(\frac{1-\frac{1}{\rho}}{\rho} \right) + \alpha} \right)^{\frac{\rho-\gamma}{\gamma(\rho-1)}} = \frac{p_{j,t}(1+\tau_{ct-1}+\tau_{sct-1}) \left[1 + (\theta A_t \left(\frac{\sum_{j=1}^{68} N_{j,t} k_{j,t}}{\sum_{j=1}^{trab} N_{j,t} e_j (1-c_{j,t} \left(\frac{\alpha}{w_{j,t}^*} \right)^\rho \right)) \right)^{\theta-1} - \delta \right] (1-\tau_{kt})}{(1+\beta)p_{j-1,t-1}(1+\tau_{ct}+\tau_{sct})} \quad (39)$$

, para $j > trab + 1$

$$W_t = (1-\theta)A \left(\frac{\sum_{j=1}^{68} N_{j,t} k_{j,t}}{\sum_{j=1}^{trab} N_{j,t} e_j \left(1 - c_{j,t} \left(\frac{\alpha}{w_{j,t}^*} \right)^\rho \right)} \right)^\theta \quad (40)$$

Dois pontos sobre este sistema de equações são especialmente importantes:

- Como as famílias e as firmas levam em conta os preços futuros ao tomar suas decisões hoje, é necessário resolver todo o sistema de transição, até o novo estado estacionário, simultaneamente. Desta forma, devido ao número elevado de equações e variáveis, a solução direta deste sistema não linear pode se mostrar inviável computacionalmente.
- É necessário resolver o problema para o novo estado estacionário antes de determinar a transição, pois seus valores são necessários para o cálculo das variáveis a partir do tempo $t = tempo - 68$. Assume-se que a partir de *tempo*, as variáveis se estabilizam nos valores do novo estado estacionário;

Este trabalho não visa a construção da transição. O objetivo é calcular o estado estacionários inicial e final, considerando a mudança demográfica e cenários com e sem mudança no sistema previdenciário.

4.2.2 Estado Estacionário

O estado estacionário (EE) ocorre quando o crescimento das variáveis que definem o sistema é constante no tempo. No modelo, considera-se que o estado estacionário é atingido quando o crescimento das variáveis é constante e igual a zero, o que leva à seguinte condição:

$$\frac{c_{j,t+1}}{c_{j,t}} = \frac{k_{t+1}}{k_t} = \frac{W_{t+1}}{W_t} = 1 \quad (41)$$

Na resolução do modelo, são considerados constantes no tempo os parâmetros $A, \gamma, \rho, \alpha, \beta, \theta, \delta, f, e_j$, as alíquotas $\tau_{lt}, \tau_{slt}, \tau_{ct}, \tau_{sct}, \tau_{kt}$ e para o gasto do Governo G_t , considera-se que ele cresce à mesma taxa do produto.

Levando também em consideração a condição (41), a solução do sistema de equações (33) a (40) fica muito mais simples, pois ao invés de resolvermos simultaneamente 138 x *tempo* equações, temos apenas 138 equações e 138 variáveis neste caso, o que reduz sensivelmente a escala e a demanda computacional do modelo.

A solução deste sistema é calculada através do algoritmo de Broyden (1965), e dá a solução de estado estacionário inicial e final.

4.3 Calibragem

A calibragem é a escolha de valores associados aos parâmetros e variáveis de um modelo, de forma que o modelo reflita satisfatoriamente a economia real. Neste trabalho, a calibragem foi feita para o ano de 2014, o que implica na hipótese de que a economia encontrava-se no estado estacionário neste momento. A calibragem coincide, portanto, com o cálculo do estado estacionário inicial.

Os valores utilizados para os parâmetros e variáveis em 2014 são baseadas em:

- trabalhos anteriores;
- bases de dados;
- equações do modelo.

4.3.1 Parâmetros Baseados na Literatura

Para os parâmetros ρ , α e γ , foram utilizados valores próximos aos encontrados na literatura em modelos OLG brasileiros. A tabela a seguir compara os parâmetros utilizados com os trabalhos de Cavalcanti (2010), Lledo (2005) e Ferreira (2004).

Tabela 1 - Parâmetros com base na literatura

Parâmetro	Definição	Modelo	Cavalcanti e Silva (2010)	Lledo (2005)	Ferreira (2004)
ρ	Elasticidade de substituição intratemporal	1,15	1,15	1,15	1,1
γ	Elasticidade de substituição intertemporal	0,3	0,7	0,4	0,305
α	Intensidade da preferência por lazer	0,25	0,25	0,25	0,36

Fonte: Cavalcanti e Silva (2010)

4.3.2 Parâmetros e Variáveis Extraídos das Bases de Dados

População e probabilidade de vida

O IBGE realiza pesquisa intitulada "Projeção da População no Brasil por idade e sexo", que apresenta estimativas para a população entre 2000 e 2060. Até os 89 anos de idade, a população por faixa etária é subdividida ano a ano. A população de indivíduos de 90 anos ou mais de idade é agregada em um único grupo.

No modelo, não são utilizados os dados por sexo. Utilizam-se as projeções de população por faixa etária entre 2014 a 2060, com 68 gerações, de 23 a 90 anos ou mais ($N_{j,t}$).

O mesmo IBGE publica as "Tábuas de mortalidade", que contém, dentre outras informações, a probabilidade de vida por faixa etária (agrupada para cada 5 anos de idade) entre 2000 e 2060.

No modelo, interpolaram-se os valores do IBGE, entre 2014 e 2060, de forma a obter uma probabilidade para cada idade, entre 23 e 90 anos ($p_{j,t}$).

As projeções da população e da probabilidade de vida até 2060 permitem que o modelo considere o efeito da mudança demográfica sobre as demais variáveis.

Para a calibragem, foram utilizados os vetores de população $N_{j,2014}$ (somatório é o numerário em 2014) e probabilidade de vida $p_{j,2014}$ para o ano de 2014, apresentados no Apêndice.

Parâmetro de habilidade

A Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) 2014 forneceu dados de renda média por idade, que foram utilizados como *proxy* para o vetor de habilidades e_j .

O vetor foi estimado pelos dados de renda média do trabalho por idade extraídos da PNAD, entre 23 e 64 anos⁸, normalizados de forma que sua média ponderada fosse igual a 1. Os valores utilizados são apresentados no Apêndice.

Parâmetro θ

A participação do capital sobre o produto, definida por θ , foi calculada com dados do Sistema de Contas Nacionais (SCN), ano-base 2014, de acordo com a seguinte fórmula:

⁸ A idade máxima de trabalho considerada no estudo, mesmo após uma eventual reforma, é de 64 anos. Ao completar 65 anos, no máximo, o indivíduo se aposenta.

$$\theta = \frac{\text{Excedente Operacional Bruto (EOB)}}{\text{EOB} + \text{Rendimento dos empregados} + \text{Rendimento dos Autônomos}} \quad (34)$$

$$= \frac{1912,29}{1912,29 + 2516,59 + 488,95} = 0,389$$

Agregados econômicos

Produto (\bar{Y}), consumo agregado (\bar{C}), consumo do Governo (\bar{G}) e investimento (\bar{I}) também foram retirados do SCN, para o ano de 2014. A taxa de juros real (\bar{r}) foi estimada pela taxa média de juros de recursos livres (20,9%), retirada das Notas Econômicas Financeiras do Banco Central de dezembro de 2014, subtraída pela expectativa para o IGP-M para os próximos 12 meses (5,6%), em dezembro de 2014, retirada do sistema de séries temporais do Banco Central. A arrecadação do Governo (\bar{T}) foi retirada do estudo Carga Tributária no Brasil (CTB), ano-base 2014, elaborado pela Secretaria da Receita Federal do Brasil.

A arrecadação da Previdência Social ($\overline{T_{prev}}$) agrega as contribuições incidentes sobre salários e sobre consumo. A arrecadação sobre salários foi retirada do CTB. A arrecadação previdenciária sobre consumo foi extraída do CTB (sobre bens e serviços) e do Boletim Estatístico da Previdência Social (BEPS - sobre empresas optantes pelo Simples Nacional).

As despesas com a Previdência ($\overline{D_{prev}}$) consideram os gastos com o RGPS e RPPS da União e foram retiradas do BEPS (RGPS) e do Anuário Estatístico da Previdência Social - AEPS (RPPS), ano-base 2014.

Os dados de arrecadação e despesa previdenciária utilizados não incluem o Regime Próprio da Previdência Social dos Estados e municípios nem os benefícios de assistência social. As receitas com previdência dos Estados e municípios foi classificada como arrecadação sobre o trabalho (não previdenciária).

A arrecadação previdenciária foi extraída da base de dados da Receita Federal (com exceção das empresas optantes pelo Simples Nacional), enquanto as despesas foram retiradas das bases da Previdência Social. Os dados de arrecadação da Receita Federal foram preferidos, pois a partir deles foi possível dividir todo o sistema tributário entre tributos sobre consumo, trabalho e capital e contribuições previdenciárias sobre consumo e trabalho. Devido

a esta escolha, os dados de arrecadação previdenciária utilizados no modelo são um pouco inferiores ao valor da Arrecadação Líquida da Previdência Social que apresenta o BEPS.⁹

No modelo, o produto \bar{Y} do estado estacionário é considerado como numerário e as demais variáveis agregadas são descritas em termos de \bar{Y} (exceto quando não se aplica, como trabalho (\bar{L}), salário real (\bar{W}) e taxa de juros real (\bar{r})). A tabela a seguir mostra os valores utilizados para as variáveis mencionadas, retirados das bases de dados nacionais.

Tabela 2 - Agregados Macroeconômicos Dados

	Bilhões de R\$	Proporção a Y		Bilhões de R\$	Proporção a Y
\bar{Y}	5932,76	1	$\overline{T_{prev}}$	303,73	0,056
\bar{C}	3638,40	0,613	Salários	278,48	0,047
\bar{I}	1187,48	0,200	Simplex	30,29	0,005
\bar{G}	1106,87	0,187	Bens e Serviços	22,89	0,004
\bar{T}	1847,74	0,311	$\overline{D_{prev}}$	490,40	0,083
\bar{r}	15,3%				

Fonte: Contas Nacionais, Carga Tributária no Brasil, Boletim Estatístico da Previdência Social, Anuário Estatístico da Previdência Social e Secretaria do Tesouro Nacional
Elaboração do Autor

Alíquotas dos tributos

A arrecadação do governo foi decomposta em cinco modalidades: incidente sobre consumo, trabalho, capital, previdenciária sobre o consumo e previdenciária sobre o trabalho. Como já mencionado, a arrecadação previdenciária sobre o consumo foi retirada do CTB e do BEPS 2014. Nos demais casos, os valores foram obtidos do estudo CTB 2014.¹⁰ Os valores arrecadados e o cálculo das alíquotas são mostrados na Tabela 3.

⁹ O principal motivo da divergência é que a base da Receita Federal não computa como arrecadação previdenciária as transferências que o Tesouro efetua ao INSS como compensação pelas perdas da desoneração da folha de pagamentos.

¹⁰ Especificamente, páginas 37, 39 e 40 do CTB 2014.

Tabela 3 - Alíquotas dos tributos no modelo

Tributos e Códigos no CTB	Bilhões de R\$	Proporção a Y	Fórmula Alíquota	Valor Alíquota
TOTAL	1847,74	0,311	-	-
T Trabalho	332,03	0,061		
Renda Pessoa Física (1100)	145,21	0,024		
T PrevTrabalho RPPS Est Mun (2100-fração)	27,63	0,005	$\tau = (T \text{ Trabalho})/(1-\theta)$	0,092
FGTS (2200)	108,78	0,018		
Outros - Salário (2900)	50,41	0,008		
T Consumo (Total CTB (4000) menos Previdência Consumo)	889,49	0,150	$\tau = (T \text{ Consumo})/C$	0,244
T Capital	294,56	0,050		
Renda Pessoa Jurídica (1200)	117,60	0,020		
Renda Não Alocável (1900)	70,07	0,012	$\tau = (T \text{ Capital})/(\theta)$	0,128
Propriedade (3000)	77,08	0,013		
Financeiro e Outros (5000 e 9000)	29,81	0,005		
T PrevTrabalho RGPS e RPPS União (2100-fração)	278,48	0,047	$\tau = (T \text{ PrevTrabalho})/(1-\theta)$	0,077
T PrevConsumo	53,17	0,009		
Simplex (BEPS)	30,29	0,005	$\tau = (T \text{ PrevConsumo})/C$	0,015
Bens e Serviços (4500)	22,89	0,004		

Fonte: Contas Nacionais, Carga Tributária no Brasil, Boletim Estatístico da Previdência Social e Anuário Estatístico da Previdência Social

Elaboração do Autor

4.3.3 Parâmetros e Variáveis Estimados pelas Equações do Modelo no Estado Estacionário

Foram exibidos, até o momento, os parâmetros e variáveis que foram extraídos das bases de dados públicas ou da literatura. Esta seção descreve a calibração das variáveis e parâmetros do modelo que foram estimados pelas equações do modelo no estado estacionário: capital (\bar{k}_j), consumo (\bar{c}_j) e lazer (\bar{l}_j) *per capita*, capital agregado (\bar{K}), trabalho (\bar{L}), salários reais (\bar{W}), valor do benefício de aposentadoria (\bar{b}), transferências *per capita* (\bar{tr}), taxa de depreciação (σ), parâmetro tecnológico (A), taxa de desconto (β) e taxa de reposição (ϕ).

Inicialmente, foram calculados os valores das transferências per capita e dos benefícios de aposentadoria, através das equações (19) e (21). Obtêm-se, desta forma:

$$\bar{tr} = \frac{\bar{Tr}}{\sum_{j=1}^{68} N_{j,0}} = \frac{0,042}{1} = 0,042 \quad (42)$$

$$\bar{b} = \frac{\overline{Dprev}}{\sum_{j=trab+1}^{68} N_{j,0}} = \frac{0,083}{0,223} = 0,370 \quad (43)$$

Após este primeiro passo, é formado um sistema com as equações (33) a (40), para o estado estacionário, mais as equações de equilíbrio de mercado (26) e (28). O sistema é resolvido pelo algoritmo de Broyden (1965) e fornece os valores para as variáveis \bar{k}_j , \bar{c}_j e \bar{W} , mais os parâmetros σ e β , os dois últimos devido à inclusão no sistema das duas equações de equilíbrio de mercado. A adição destas duas equações é possível pois conhecemos *a priori* os valores de \bar{C} e \bar{I} , da base de dados.

Os valores obtidos para capital e consumo *per capita* são apresentados no Apêndice. O valor encontrado para o salário real foi de 0,989, para a taxa de depreciação foi de 0,033 e para a taxa de desconto também de 0,033.

O próximo passo foi estimar o vetor de lazer *per capita* (\bar{l}_j), por meio das equações (11) e (12). Seus valores encontram-se no Apêndice.

Então, procedeu-se ao cálculo do trabalho (\bar{L}), de acordo com a expressão (27). O valor obtido para \bar{L} foi de 0,618.

O capital agregado (\bar{K}) foi calculado pela multiplicação do capital *per capita* pela população de cada geração, de acordo com a equação (25). Seu valor é 2,541.

O parâmetro tecnológico A foi calculado por meio da equação (13), tomando \bar{Y} igual a 1.

$$A = \frac{1}{\bar{K}^\theta \bar{L}^{1-\theta}} = \frac{1}{2,54^{0,39} 0,62^{1-0,39}} = 0,934 \quad (44)$$

Com os valores de \bar{W} e \bar{l}_j e \bar{b} , encontrou-se o valor da taxa de reposição (φ), através da equação (20). O valor encontrado para φ foi de 0,463.

5 SIMULAÇÕES E RESULTADOS

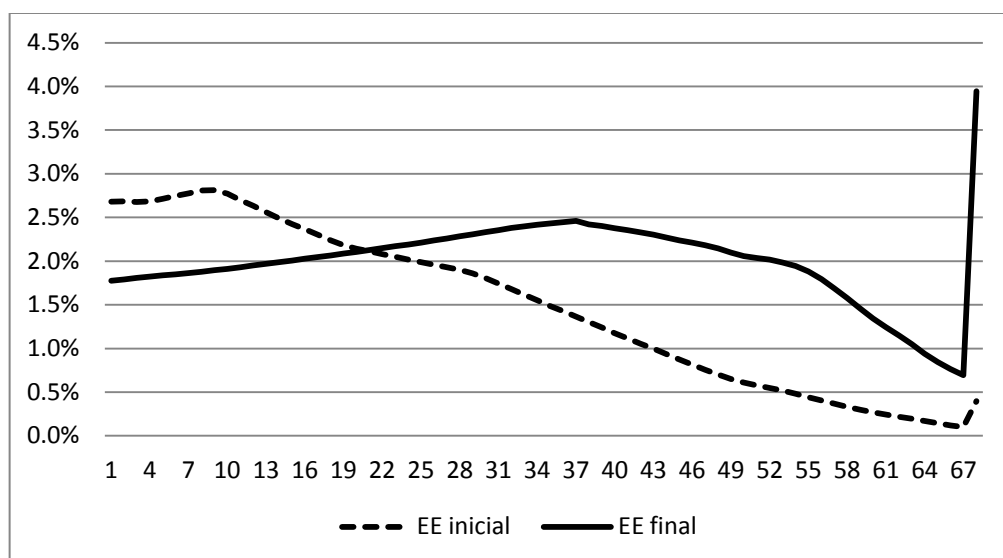
Foram simulados o estado estacionário inicial, como definido na seção anterior, e os estados estacionários finais considerando a população por faixa etária aos níveis de 2060, de acordo com previsão do IBGE. Hipótese necessária para o cálculo dos estados estacionários finais é que a população e as probabilidades de morte se mantenham constantes a partir daí.

Os diferentes cenários consistem na alteração da idade atual de aposentadoria de 57 anos (ou 34 anos de trabalho) para 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64 e 65 anos (ou 42 anos de trabalho).

5.1 Efeito da Mudança Demográfica

A população em 2060, de acordo com o IBGE, será 35% maior do que a atual. O Gráfico 1 ilustra a distribuição da população por gerações em 2014 e 2060, sendo que no modelo, a soma da população é igual a 1 em 2014. Percebe-se que o aumento da população é causado pela maior densidade das gerações mais velhas, e que a população de jovens se reduz.

Gráfico 1 - População em cada geração nos estados estacionários (EEs) inicial e final



Fonte: Estudo Projeção da População no Brasil por idade e sexo, do IBGE

Elaboração do Autor

A Tabela 4 apresenta os estados estacionários inicial e final, para o cenário em que não há aumento da idade de aposentadoria. Desta forma, é possível observar o efeito da mudança demográfica, *coeteris paribus*, sobre as variáveis macroeconômicas e o bem-estar.

Tabela 4 - Variáveis nos estados estacionários inicial e final, sem aumento na idade de aposentadoria

Variável	EE inicial	EE final	EE final (var. %)
População (N)	1,00	1,35	35%
Produto (Y)	1,00	1,11	11%
Produto per capita (Y/N)	1,00	0,82	-18%
Capital sobre o Produto(K/Y)	2,54	3,09	21%
Trabalho (L)	0,62	0,61	-2%
Consumo Agregado sobre o produto (C/Y)	0,61	0,68	11%
Investimento sobre o produto (I/Y)	0,20	0,13	-33%
Gasto do Governo sobre o produto (G/Y)	0,19	0,19	0%
Arrecadação sobre o produto (T/Y)	0,31	0,33	6%
Arrecadação Previdenciária sobre o produto (Tprev/Y)	0,06	0,06	2%
Despesa Previdenciária sobre o produto (Dprev/Y)	0,08	0,26	213%
Transferências sobre o produto (Tr/Y)	0,04	- 0,12	-375%
Taxa de juros (r)	0,153	0,126	-18%
Salários (W)	0,99	1,12	13%
Benefício previdenciário (b)	0,37	0,44	19%
Varição compensada da utilidade (D)	-	-	- 19%

Elaboração do Autor

Os resultados mostram que o aumento da população com idade mais avançada (que poupou ao longo da vida e detém mais capital) com relação aos mais jovens (que trabalham e poupam) tende a aumentar a intensidade de capital na economia. Enquanto isso, o fator trabalho se mantém praticamente estável (-2%): por um lado, a população total se eleva em 35%, por outro lado, a composição demográfica reduz o número de indivíduos na vida ativa. Esta combinação eleva os salários reais (+13%) e reduz as taxas de retorno sobre o capital (de 15,3% para 12,6%). Auerbach e Kotlikoff (1987) e Auerbach et al. (1989) encontraram

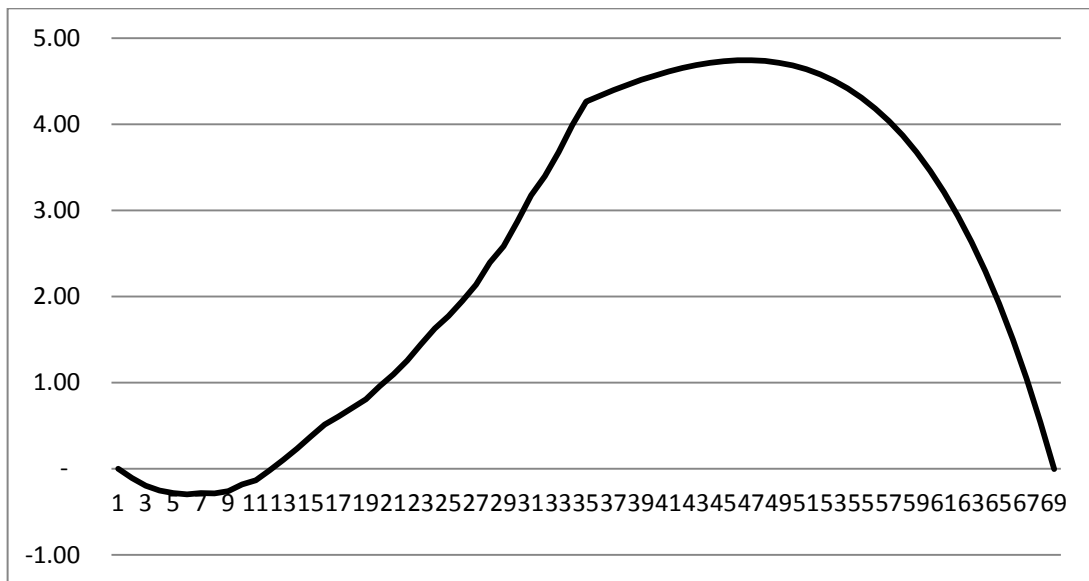
resultados semelhantes com relação ao aumento da relação capital-trabalho, ao prever o efeito da mudança demográfica sobre a economia em países desenvolvidos.

Com relação ao crescimento, a elevação da acumulação de capital gera um aumento esperado no produto de 13%, comparando-se os estados estacionários, sem considerar ganhos de produtividade (hipótese do modelo).

O Gráfico 2 apresenta a distribuição da acumulação de capital *per capita* entre as gerações no estado estacionário final. O formato de "corcunda" do gráfico é característico em modelos de ciclo de vida em que não há heranças, o que ilustra a poupança feita pelos mais jovens, seguida pela despoupança ou desinvestimento das gerações de aposentados. O aumento da população de indivíduos mais velhos, que desinvestem para financiar seu consumo na forma da venda de ativos, aliado à redução da população de jovens poupadores, causa a redução da poupança (ou investimento) no longo prazo. O efeito do envelhecimento da população sobre a taxa de poupança vai no mesmo sentido do encontrado por Auerbach e Kotlikoff (1987) e Auerbach et al. (1989) em suas simulações.

Auerbach e Kotlikoff (1987) citam, porém, que há controvérsias quanto aos modelos de ciclo de vida sem herança. A discussão é se eles representariam o comportamento real dos agentes, com poupança durante a juventude e meia idade e despoupança na aposentadoria. Além disso, discute-se se o estoque de capital da economia pode ser definido apenas pela acumulação de capital dos mais jovens. Os autores argumentam que, embora estas considerações sejam relevantes, o modelo de ciclo de vida sem heranças permanece como uma importante referência no estudo de políticas fiscais.

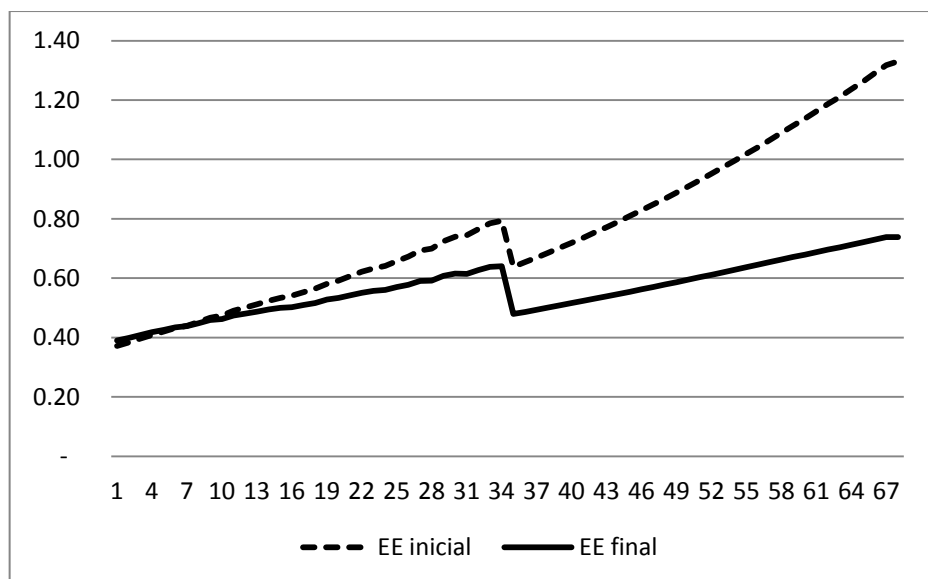
Gráfico 2 - Acumulação de capital per capita em cada geração no estado estacionário (EE) final



Elaboração do Autor

Os resultados mostram que o consumo agregado deve ser mais elevado no estado estacionário final. Auerbach et al. (1989) citam que a base do consumo tende a ser maior em uma sociedade mais velha do que em uma jovem. De fato, o modelo prevê aumento progressivo do consumo com o passar do ciclo de vida, com diminuição logo após a aposentadoria e novamente progressivo crescimento, como mostra o Gráfico 3.

Gráfico 3 - Consumo per capita em cada geração nos estados estacionários (EEs) inicial e final



Elaboração do Autor

Percebe-se que, embora o consumo agregado seja maior no estado estacionário final (Tabela 4), pois a população é maior na faixa de aposentados, que consome mais, o consumo *per capita* do estado estacionário final é inferior ao do inicial para quase todas as gerações (com exceção das iniciais), fato que exerce efeito direto sobre o bem-estar de um indivíduo nascido sob a situação de concretização da mudança demográfica. Além disso, a diferença é maior à medida que se avança no ciclo de vida.

Apresentam-se duas explicações para a redução do consumo *per capita* entre os dois cenários. A primeira é a redução da renda disponível de todos os indivíduos, que mantém os aposentados via Seguridade Social em dado instante de tempo. Este suporte se traduz no resultado negativo das transferências sobre o produto para o longo prazo (-12% do PIB), o que representa um imposto *lump sum* sobre todas as gerações. A segunda é a redução da taxa de juros real, que induz os agentes a anteciparem o consumo, o que reduz a inclinação da curva de consumo *per capita* através das gerações.

Com relação às variáveis fiscais (receitas e despesas do Governo), a despesa previdenciária apresenta elevação expressiva, passando de 8% para 26% do PIB. Como no modelo o orçamento do governo é equilibrado, esta elevação recai sobre as transferências, que passam de 4% do PIB no estado estacionário inicial para -12% do PIB no estado estacionário final. Como já mencionado, as transferências negativas podem ser interpretadas como a imposição de um imposto *lump sum* da ordem 12% do PIB, que seria utilizado para equalizar o desequilíbrio da previdência.

Os gastos correntes do Governo foram considerados por hipótese constantes com proporção ao produto. A arrecadação tende a elevar sua participação no produto (de 31% para 33%) devido ao crescimento do consumo agregado, base sobre a qual incide uma maior alíquota tributária.

Por fim, de acordo com o conceito de variação compensada, o efeito sobre o bem-estar de um indivíduo nascido sob as circunstâncias demográficas do estado estacionário final é negativo, devido à redução do consumo *per capita* entre os dois cenários em praticamente todas as faixas etárias de indivíduos, como pode ser observado pelo Gráfico 3.

5.2 Efeitos da Mudança da Idade de Aposentadoria Sobre o Estado Estacionário Final

A Tabela 5 apresenta os valores das variáveis no estado estacionário final para cada ano aumentado na idade de aposentadoria (valores em nível), enquanto a Tabela 6 ilustra a variação das variáveis com relação ao seu valor no estado estacionário final do cenário em que a idade é mantida constante.

Tabela 5 - Variáveis em nível no estado estacionário final, considerando o aumento na idade de aposentadoria

Idade de Aposentadoria	57	58	59	60	61	62	63	64	65
População (N)	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
Produto (Y)	1,11	1,14	1,17	1,20	1,23	1,26	1,29	1,31	1,34
Produto per capita (Y/N)	0,82	0,84	0,86	0,88	0,91	0,93	0,95	0,97	0,99
Capital sobre o Produto(K/Y)	3,09	3,05	3,02	3,00	2,97	2,95	2,92	2,91	2,89
Trabalho (L)	0,61	0,63	0,65	0,67	0,69	0,71	0,73	0,74	0,76
Consumo Agregado sobre o produto (C/Y)	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,69
Investimento sobre o produto (I/Y)	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Gasto do Governo sobre o produto (G/Y)	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Arrecadação sobre o produto (T/Y)	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Arrecadação Previdenciária sobre o produto (Tprev/Y)	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Despesa Previdenciária sobre o produto (Dprev/Y)	0,26	0,24	0,22	0,21	0,19	0,18	0,17	0,15	0,14
Transferências sobre o produto (Tr/Y)	- 0,12	- 0,10	- 0,08	- 0,07	- 0,05	- 0,04	- 0,02	- 0,01	0,00
Taxa de juros (r)	0,126	0,127	0,129	0,130	0,131	0,132	0,133	0,134	0,135
Salários (W)	1,12	1,11	1,10	1,10	1,09	1,09	1,08	1,08	1,07
Benefício previdenciário (b)	0,44	0,44	0,43	0,43	0,43	0,43	0,42	0,42	0,42
Varição compensada da utilidade (D)	-0,19	-0,19	-0,15	-0,13	-0,11	-0,09	-0,07	-0,06	-0,04

Elaboração do Autor

Tabela 6 - Alteração nas variáveis no estado estacionário final com relação ao cenário sem aumento na idade de aposentadoria

Idade de Aposentadoria	58	59	60	61	62	63	64	65
Produto (Y)	3%	5%	8%	11%	13%	16%	18%	21%
Produto per capita (Y/N)	3%	5%	8%	11%	13%	16%	18%	21%
Capital sobre o Produto(K/Y)	-1%	-2%	-3%	-4%	-4%	-5%	-6%	-6%
Trabalho (L)	3%	7%	10%	13%	16%	20%	23%	26%
Consumo Agregado sobre o produto (C/Y)	0%	0%	0%	0%	1%	1%	1%	1%
Investimento sobre o produto (I/Y)	-1%	-1%	-2%	-2%	-3%	-4%	-4%	-5%
Gasto do Governo sobre o produto (G/Y)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Arrecadação sobre o produto (T/Y)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Arrecadação Previdenciária sobre o produto (Tprev/Y)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Despesa Previdenciária sobre o produto (Dprev/Y)	-7%	-13%	-20%	-25%	-31%	-36%	-40%	-45%
Transferências sobre o produto (Tr/Y)	16%	30%	44%	57%	69%	80%	91%	100%
Taxa de juros (r)	1%	2%	3%	4%	5%	6%	6%	7%
Salários (W)	-1%	-1%	-2%	-2%	-3%	-3%	-4%	-4%
Benefício previdenciário (b)	-1%	-2%	-2%	-3%	-3%	-4%	-5%	-5%

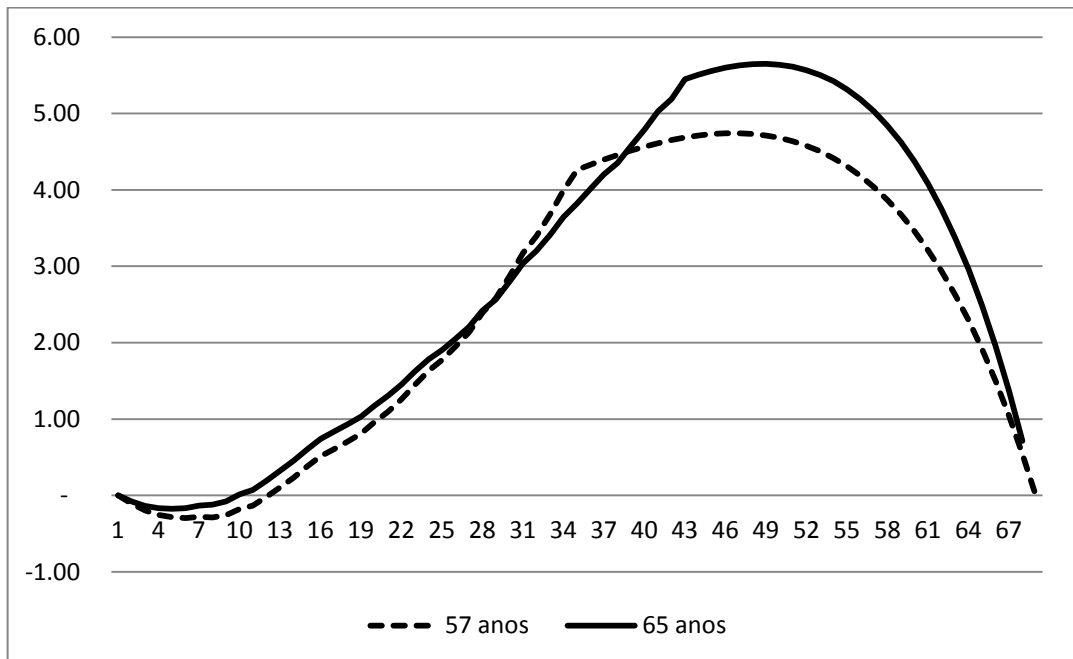
Elaboração do Autor

O efeito imediato de uma reforma é que mais pessoas permanecem trabalhando. Com efeito, o fator trabalho cresce com o aumento da idade de aposentadoria: cerca de 26% na comparação entre os dois cenários extremos no estado estacionário final (Tabela 6).

O segundo efeito, no longo prazo, é a redução das despesas previdenciárias, que passam de 26% do produto para 14%. Devido a este movimento, as transferências deixam de ser negativas (-12% do PIB) para serem neutras. Isto significa que, de acordo com o modelo, aumentar a idade de aposentadoria em 8 anos equilibra as despesas e receitas do governo no longo prazo (zero transferências), considerando que os gastos do governo se mantêm constantes com relação ao produto, por hipótese, e a arrecadação total e previdenciária se mantêm constantes com relação ao PIB, em 33% e 6%, respectivamente.

O aumento dos anos de trabalho eleva o período de vida ativa, ou de maior poupança, no ciclo de vida, ao mesmo tempo em que reduz o período de aposentadoria, que é, em termos gerais, de despoupança. Desta forma, poupança (investimento) e capital também tendem a crescer com o aumento dos anos trabalhados, porém em menor grau que o crescimento do produto - o Gráfico 4 ilustra a acumulação de capital por gerações, no estado estacionário final, para uma idade de aposentadoria de 57 e 65 anos. Como há maior elevação do fator trabalho que do capital, espera-se que a economia torne-se mais intensiva em trabalho, o que aumenta a taxa de juros, (de 12,3% para 13,5%) e reduz os salários reais (-4%), com a elevação de oito anos de vida ativa.

Gráfico 4 - Acumulação de capital per capita em cada geração no estado estacionário (EE) final, para idades de aposentadoria de 57 e 65 anos

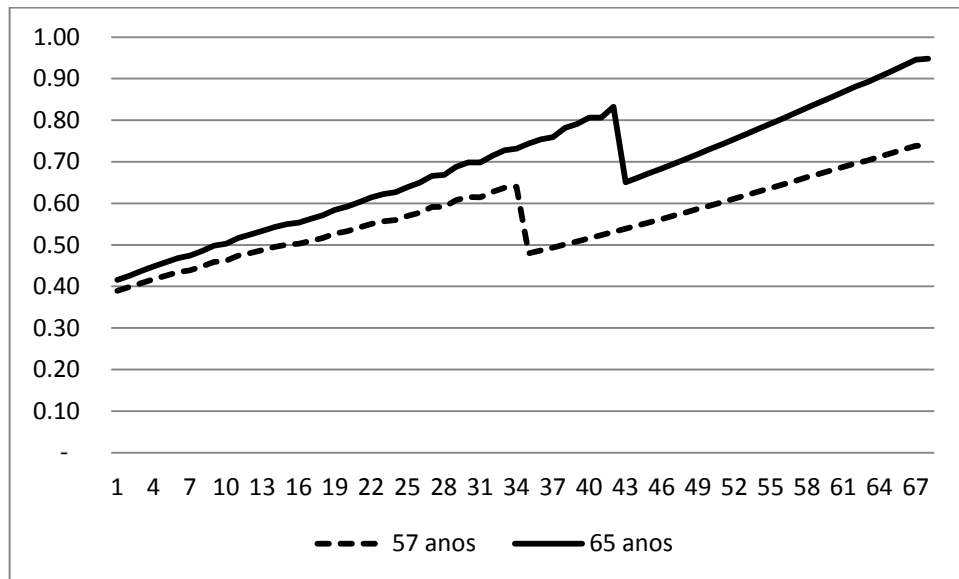


Elaboração do Autor

À medida que se eleva o fator trabalho, verifica-se efeito positivo direto sobre o produto, que chega a ser 34% superior ao do estado estacionário inicial (Tabela 5), sem considerar o efeito da produtividade. O produto *per capita*, que diminuiria em 2060, se mantém próximo aos níveis do estado estacionário inicial, considerando um aumento de oito anos na vida laboral. Logo, em uma análise com relação ao produto, reformas que aumentam a idade de aposentadoria parecem ser benéficas, de acordo com o modelo.

A elevação do produto, gerada pelo aumento da oferta de trabalho, e a redução do imposto *lump sum*, representado pelas transferências negativas, fornece maior renda disponível aos indivíduos (embora haja em sentido oposto redução dos salários reais), que passam a consumir mais ao longo do seu ciclo de vida, o que eleva o consumo agregado em proporção ligeiramente superior ao produto (68% para 69% - Tabela 5). O Gráfico 5 mostra o consumo *per capita* do estado estacionário final para idades de aposentadoria de 57 e 65 anos.

Gráfico 5 - Consumo per capita em cada geração no estado estacionário (EE) final, para idades de aposentadoria de 57 e 65 anos



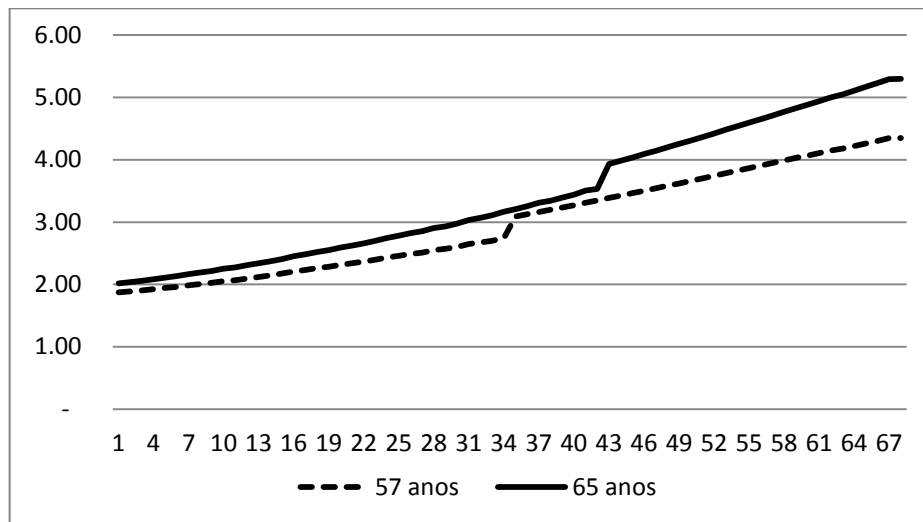
Elaboração do Autor

Os componentes da utilidade ou bem-estar no modelo são consumo e lazer *per capita*. O aumento do consumo *per capita* gerado pelo aumento da idade de aposentadoria se reflete em aumento de bem-estar para todas as gerações. Por outro lado, o indivíduo vivencia diminuição de bem-estar durante as gerações que terá de trabalhar por mais tempo, ou seja, terá menos lazer disponível.

Nas simulações, o efeito da elevação do consumo *per capita* é superior ao efeito da redução do lazer nas gerações diretamente atingidas pelo aumento da idade de aposentadoria.. A Tabela 5 mostra progressivos ganhos de bem-estar com a elevação do tempo de contribuição laboral, sendo que com a idade de aposentadoria estabelecida em 65 anos, o bem-estar calculado é próximo ao do estado estacionário inicial.

O Gráfico 6 ilustra as utilidades para cada geração, no estado estacionário final, para as idades de aposentadoria de 57 e 65 anos. Percebe-se que, neste caso, o aumento de idade proporciona ganhos de bem-estar durante todo o ciclo de vida, mesmo para as gerações diretamente atingidas por uma reforma.

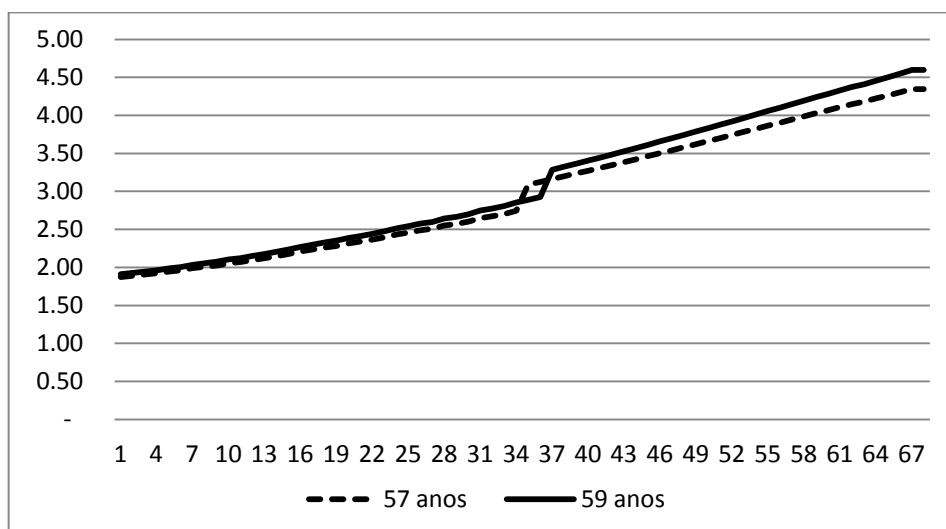
Gráfico 6 - Utilidade em cada geração no estado estacionário (EE) final, para idades de aposentadoria de 57 e 65 anos



Elaboração do Autor

O Gráfico 7 compara, por fim, as utilidades para cada geração, no estado estacionário final, para uma situação intermediária, de idades de aposentadoria de 57 e 59 anos. Percebe-se que, embora haja ganho de bem-estar social com o aumento em dois anos da idade de aposentadoria (Tabela 5), há perda de bem-estar durante as gerações que experimentam redução do lazer devida ao aumento do tempo de trabalho, para o indivíduo nascido no estado estacionário final.

Gráfico 7 - Utilidade em cada geração no estado estacionário (EE) final, para idades de aposentadoria de 57 e 59 anos



Elaboração do Autor

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A comparação internacional mostra que embora o Brasil ainda seja um país jovem com relação a países desenvolvidos, sua proporção de gastos públicos com previdência sobre o PIB é equivalente ao montante despendido em outros países.

De acordo com o Ministério da Fazenda, o Brasil gasta cerca de 13% do PIB com o Regime Geral da Previdência Social (RGPS) e o Regime Próprio da Previdência Social (RPPS), embora sua razão de dependência, ou proporção da população com 65 anos ou mais sobre a população com idade entre 20 e 64 anos, seja de apenas 12,9%.

Por outro lado, países como França e Alemanha, que têm razão de dependência perto de 35%, gastam com previdência cerca de 14% e 10% do PIB, respectivamente. A comparação com o Japão é ainda mais contundente: o país tem razão de dependência de mais de 45% e despende cerca de 10% do PIB com previdência.

O envelhecimento da população naturalmente elevará o indicador razão de dependência no Brasil. A previsão é de que o indicador brasileiro supere o europeu por volta de 2065, quando ele atinge 54,2%, ou seja, quando houver mais indivíduos com 65 anos ou mais do que a população ativa, de indivíduos com idades entre 20 e 64 anos.

Estes fatos parecem apontar para a necessidade de mudança nas regras de aposentadoria, de forma que as pessoas trabalhem alguns anos a mais e o sistema se torne sustentável no longo prazo. Caso não exista um equilíbrio, o Governo precisa compensar a perda com recursos que poderiam estar sendo destinados a outros gastos sociais.

O objetivo desta dissertação foi construir um modelo de gerações sobrepostas para subsidiar a discussão sobre Reforma da Previdência. Os modelos OLG são bastante utilizados na literatura para se medir os efeitos de mudanças previdenciárias sobre as variáveis macroeconômicas e o bem-estar.

As simulações realizadas apontam no sentido de que uma reforma da previdência que estabeleça um aumento da idade de aposentadoria traz benefícios de longo prazo. O efeito do aumento do fator trabalho e a redução de tributos devidos à mudança tende a elevar o produto no longo prazo e permite um maior controle das despesas públicas por parte do Governo. Em um cenário sem reforma, estima-se pelo que cerca de 26% do produto seja com despesas previdenciárias. Uma elevação da idade de aposentadoria em 8 anos diminuiria a despesa para

cerca de 14% do PIB e equilibraria a arrecadação com as despesas previdenciárias mais gastos do governo, considerando transferências nulas.

A elevação do produto e a redução de impostos, embora acompanhadas da redução dos salários reais, fornece maior renda disponível aos indivíduos, que aumentam o consumo ao longo de todo o ciclo de vida. Por impactar todas as gerações, este aumento traz ganhos de bem-estar superiores à perda de lazer causada pelo aumento da idade de aposentadoria. O efeito positivo sobre o bem-estar é maior à medida que se eleva a contribuição laboral, considerando os cenários analisados neste trabalho.

Uma importante limitação nas simulações realizadas é que elas não consideram o custo da transição de uma reforma, ou seja, seus efeitos sobre as variáveis macroeconômicas e o bem-estar das diferentes gerações no curto prazo. Uma segunda restrição refere-se à controvérsia com relação a até que ponto modelos de ciclo de vida sem herança representam o comportamento real dos agentes e a dinâmica de acumulação de capital na economia. Outra limitação do estudo é que as projeções para as variáveis macroeconômicas são sensíveis aos parâmetros utilizados e às incertezas crescentes em cenários de longo prazo, por isso devem ser analisadas com cautela.

Por outro lado, acredita-se que os resultados das simulações com relação ao ganho relativo de políticas alternativas deva ser levado em consideração em discussões sobre mudanças no sistema previdenciário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLAIS, Maurice. **Economie et interet: exposition nouvelle des problemes fondamentaux relatifs au role economique du taux de l'interet et de leur solutions**. Imprimerie nationale et librairie des publication officielles, 1947.

ANDO, Albert; MODIGLIANI, Franco. The " life cycle" hypothesis of saving: Aggregate implications and tests. **The American economic review**, v. 53, n. 1, p. 55-84, 1963.

AUERBACH, Alan J. et al. The dynamics of an aging population: the case of four OECD countries. 1989.

AUERBACH, Alan J.; KOTLIKOFF, Laurence J. **Dynamic fiscal policy**. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.

BARRETO, F. **Três ensaios sobre reforma de sistemas previdenciários**. 1997. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Economia)–Fundação Getulio Vargas, Rio de Janeiro, 1997.

BARRETO, Flávio; OLIVEIRA, Luis Guilherme. Aplicação de um modelo de gerações superpostas para a reforma da previdência no Brasil: uma análise de sensibilidade no estado estacionário. **Anais do XVII Encontro Brasileiro de Econometria**, p. 71-91, 1995.

BROYDEN, Charles G. A class of methods for solving nonlinear simultaneous equations. *Mathematics of computation*, p. 577-593, 1965.

CAVALCANTI, Marco Antônio Freitas de Hollanda; SILVA, Napoleão Luiz Costa da. Impactos de políticas de desoneração do setor produtivo: uma avaliação a partir de um modelo de gerações superpostas. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v. 40, n. 4, p. 943-966, 2010.

CIFUENTES, Rodrigo; VALDES-PRIETO, Salvador. **Transitions in the presence of credit constraints**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.

DA SILVA, Lara Lúcia; DA COSTA, Thiago de Melo Teixeira. A Formação do Sistema Previdenciário Brasileiro: 90 anos de História. **Administração Pública e Gestão Social**, v. 8, n. 3, 2016.

DIAMOND, Peter A. National debt in a neoclassical growth model. **The American Economic Review**, v. 55, n. 5, p. 1126-1150, 1965.

ELLERY JUNIOR, Roberto de Góes; BUGARIN, Mirta NS. Previdência social e bem estar no Brasil. **Revista Brasileira de Economia**, v. 57, n. 1, p. 27-57, 2003.

FERREIRA, Sergio G. Transitional and Long Run Effects of Reforming Social Security in Brazil. **PUC-RJ**, Rio de Janeiro, 2002.

_____. Social security reforms under an open economy: the Brazilian case. **Revista Brasileira de Economia**, v. 58, n. 3, p. 343-380, 2004.

FOCHEZATTO, Adelar; SALAMI, Carlos Renato. Avaliando os Impactos de Políticas Tributárias Sobre a Economia Brasileira com Base em um Modelo de Equilíbrio Geral de Gerações Sobrepostas. **Revista Brasileira de Economia**, v. 63, n. 3, p. 299-314, 2009.

FREITAS, Carlos Eduardo de. A desoneração da folha de pagamentos: uma aplicação do modelo de gerações sobrepostas para o Brasil. 2015.

IBRAHIM, Fábio Zambitte. **Curso de Direito Previdenciário**. 16 ed. Rio de Janeiro: Impetus, 2011.

İMROHOROGLU, Ayşe; İMROHOROGLU, Selahattin; JOINES, Douglas H. A life cycle analysis of social security. **Economic theory**, v. 6, n. 1, p. 83-114, 1995.

KOTLIKOFF, Laurence J.; SMETTERS, Kent; WALLISER, Jan. **Finding a way out of America's demographic dilemma**. National Bureau of Economic Research, 2001.

LANNES JUNIOR, O. P. **Aspectos macroeconômicos da reforma da previdência social no Brasil: duas análises em equilíbrio geral com restrições ao crédito**. 1999. Tese (Doutorado em Economia) – Fundação Getulio Vargas, Rio de Janeiro, 1999.

LANNES JUNIOR, O. P.; OLIVEIRA, L. G. S. Avaliação dos efeitos de bem-estar associados à mudança do regime previdenciário: uma análise de equilíbrio geral computável na presença de restrições ao crédito. In: **ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMETRIA**, 20., 1998, Vitória. *Anais...* Vitória-ES, 1998.

LLEDO, Victor Duarte. **Tax systems under fiscal adjustment: a dynamic CGE analysis of the Brazilian tax reform**. International Monetary Fund, 2005.

MENEZES, Francisco Marcelo Silva de; BARRETO, Flávio Ataliba Flexa Daltro. Reforma tributária no Brasil: lições de um modelo de equilíbrio geral aplicado. 1999.

MIRANDA, Rogério Boueri. Três modelos teóricos para a previdência social. 1997

MODIGLIANI, Franco; BRUMBERG, Richard. Utility analysis and the consumption function: An interpretation of cross-section data. **Franco Modigliani**, v. 1, 1954.

NOLASCO, Lincoln. Evolução histórica da previdência social no Brasil e no mundo. In: **Âmbito Jurídico**, Rio Grande, XV, n. 98, mar 2012. Disponível em: <http://www.ambito-juridico.com.br/site/?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=11335&revista_caderno=20>. Acesso em ago 2017.

SAMUELSON, P.A. An exact consumption-loan model of interest, with or without the social contrivance of money. **Journal of Political Economy**, v. 66, pp. 467-482, 1958.

SOUZA, Helton Eric Mendes de. A evolução histórica do regime de previdência do servidor público. 2014.

TELES, Vladimir Kühl; ANDRADE, Joaquim P. Reformas tributária e previdenciária e a economia brasileira no longo prazo. **Revista Brasileira de Economia**, v. 60, n. 1, p. 87-107, 2006.

APÊNDICE

Tabela 7 - Parâmetros desagregados do modelo no estado estacionário inicial

J	Nj	pj	ej	cj	lj	kj	j	Nj	pj	ej	cj	lj	kj
1	0.027	0.998	0.594	0.37	0.21	0.00	35	0.015	0.991	1.211	0.64	1.00	6.48
2	0.027	0.998	0.671	0.38	0.20	-0.01	36	0.014	0.99	1.121	0.65	1.00	6.66
3	0.027	0.998	0.669	0.40	0.19	-0.01	37	0.013	0.989	1.086	0.67	1.00	6.84
4	0.028	0.998	0.706	0.41	0.18	0.02	38	0.013	0.989	1.07	0.69	1.00	7.01
5	0.028	0.998	0.75	0.42	0.18	0.07	39	0.012	0.988	1.238	0.70	1.00	7.18
6	0.028	0.998	0.809	0.43	0.17	0.14	40	0.011	0.987	1.086	0.72	1.00	7.34
7	0.029	0.998	0.812	0.44	0.18	0.24	41	0.011	0.986	1.063	0.74	1.00	7.49
8	0.029	0.998	0.856	0.45	0.17	0.31	42	0.01	0.985	1.143	0.75	1.00	7.64
9	0.028	0.998	0.907	0.47	0.16	0.42	43	0.01	0.984	1.346	0.77	1.00	7.77
10	0.028	0.998	0.898	0.47	0.17	0.57	44	0.009	0.982	-	0.79	1.00	7.90
11	0.027	0.998	0.945	0.49	0.16	0.70	45	0.008	0.98	-	0.81	1.00	8.02
12	0.026	0.998	0.988	0.50	0.16	0.89	46	0.008	0.979	-	0.83	1.00	8.12
13	0.025	0.998	0.975	0.51	0.16	1.08	47	0.007	0.977	-	0.85	1.00	8.20
14	0.025	0.998	0.984	0.52	0.16	1.28	48	0.007	0.975	-	0.87	1.00	8.27
15	0.024	0.998	0.974	0.53	0.17	1.49	49	0.006	0.973	-	0.89	1.00	8.32
16	0.024	0.998	0.966	0.54	0.18	1.70	50	0.006	0.97	-	0.91	1.00	8.35
17	0.023	0.997	1.017	0.55	0.18	1.87	51	0.006	0.967	-	0.93	1.00	8.35
18	0.022	0.997	0.95	0.56	0.19	2.05	52	0.005	0.964	-	0.95	1.00	8.33
19	0.022	0.997	1.013	0.58	0.18	2.23	53	0.005	0.962	-	0.97	1.00	8.28
20	0.022	0.997	0.978	0.59	0.19	2.45	54	0.005	0.958	-	1.00	1.00	8.19
21	0.021	0.997	0.999	0.61	0.19	2.66	55	0.004	0.954	-	1.02	1.00	8.08
22	0.021	0.996	1.078	0.62	0.18	2.89	56	0.004	0.949	-	1.04	1.00	7.92
23	0.021	0.996	0.988	0.63	0.19	3.14	57	0.004	0.945	-	1.07	1.00	7.72
24	0.02	0.996	1.068	0.64	0.20	3.39	58	0.003	0.942	-	1.09	1.00	7.47
25	0.02	0.996	1.046	0.66	0.20	3.60	59	0.003	0.935	-	1.11	1.00	7.17
26	0.02	0.995	1.101	0.67	0.20	3.84	60	0.003	0.929	-	1.14	1.00	6.81
27	0.019	0.995	1.102	0.69	0.19	4.09	61	0.002	0.922	-	1.16	1.00	6.39
28	0.019	0.994	1.141	0.70	0.21	4.39	62	0.002	0.916	-	1.19	1.00	5.90
29	0.018	0.994	1.19	0.72	0.20	4.63	63	0.002	0.903	-	1.21	1.00	5.34
30	0.018	0.994	1.1	0.74	0.20	4.96	64	0.002	0.896	-	1.24	1.00	4.70
31	0.017	0.993	1.028	0.74	0.22	5.29	65	0.001	0.89	-	1.26	1.00	3.97
32	0.017	0.993	1.138	0.77	0.22	5.55	66	0.001	0.883	-	1.29	1.00	3.15
33	0.016	0.992	1.083	0.78	0.22	5.86	67	0.001	0.877	-	1.32	1.00	2.21
34	0.015	0.991	1.113	0.79	0.23	6.19	68	0.004	0.842	-	1.33	1.00	1.16
							69	-	-	-	-	-	0.00

Elaboração do Autor