



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Ciências Sociais

Faculdade de Ciências Econômicas

Angélica Freire de Oliveira Brum

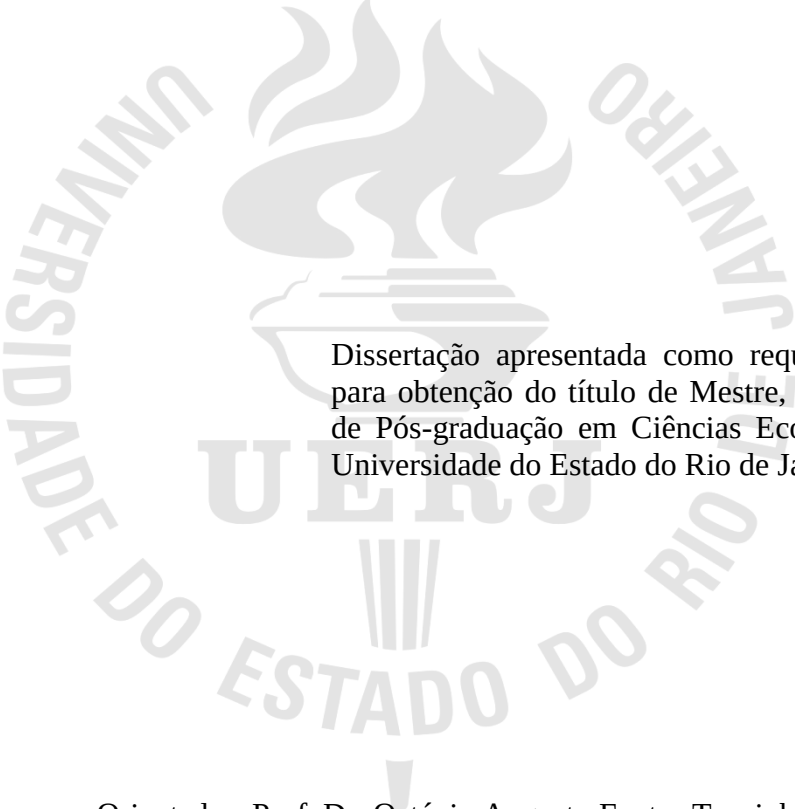
**Políticas fiscais para estabilização da dívida pública:
uma abordagem de equilíbrio geral aplicada à Grécia e ao Brasil.**

Rio de Janeiro

2016

Angélica Freire de Oliveira Brum

**Políticas fiscais para estabilização da dívida pública:
uma abordagem de equilíbrio geral aplicada à Grécia e ao Brasil.**



Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre, ao Programa
de Pós-graduação em Ciências Econômicas, da
Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientador: Prof. Dr. Octávio Augusto Fontes Tourinho

Rio de Janeiro

2016

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CCS/B

B893 Brum, Angélica Freire de Oliveira.

Políticas fiscais para estabilização da dívida pública: uma abordagem de equilíbrio geral aplicada à Grécia e ao Brasil / Angélica Freire de Oliveira Brum. – 2016.

102 f.

Orientador: Octávio Augusto Fontes Tourinho.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Ciências Econômicas.

Bibliografia: f.66-69.

1. Política tributária – Brasil – Teses. 2. Finanças públicas – Brasil – Teses. 3. Dívida pública – Brasil – Teses. I. Tourinho, Octávio Augusto Fontes. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Ciências Econômicas. III. Título.

CDU 336.2(81)

Autorizo apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação.

Assinatura

Data

Angélica Freire de Oliveira Brum

**Políticas fiscais para estabilização da dívida pública:
uma abordagem de equilíbrio geral aplicada à Grécia e ao Brasil.**

Dissertação apresentada como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre ao Programa
de Pós-graduação em Ciências Econômicas, da
Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em 10 de outubro de 2016.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Octávio Augusto Fontes Tourinho
Faculdade de Ciências Econômicas – UERJ

Prof. Dr. Antônio Salazar Pessoa Brandão
Faculdade de Ciências Econômicas – UERJ

Prof. Dr. Renato Fragelli Cardoso
Escola de Pós-Graduação em Economia – FGV

Rio de Janeiro

2016

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES – por possibilitar que eu fizesse o mestrado através da bolsa de estudos.

À minha mãe, por me apoiar, incentivar minha educação e estar presente e pronta para ajudar em todos os momentos da minha vida. Ao meu pai, por sempre torcer por mim, mesmo que à distância. À minha irmã, pelo carinho e companheirismo. Agradeço por todo amor, compreensão e paciência da minha família.

Ao meu orientador, Octávio Tourinho, pelo grande mestre que é. Agradeço por compartilhar seus conhecimentos comigo e por sua ajuda e presença constante durante todo o processo de elaboração deste trabalho.

Aos amigos da turma de mestrado, que foram grandes companheiros durante essa jornada: Ana Claudia Bertolino, Felipe Ponciano, Fernanda Lima, Fernanda Sant’Anna, Kamila Mesquita, Luiz Carlos Almeida, Rodrigo Rabelo e Suzane Brasil. Vocês tornaram tudo mais fácil.

Aos demais amigos, pelos momentos de distração e diversão tão importantes certas horas.

Por fim, agradeço à Pós-Graduação em Ciências Econômicas da UERJ como um todo: aos professores, principalmente os quais tive o privilégio de ser aluna; aos funcionários e demais colegas, que fizeram do meu lugar de estudos uma extensão da minha casa.

RESUMO

BRUM, A. F. O. **Políticas fiscais para estabilização da dívida pública:** uma abordagem de equilíbrio geral aplicada à Grécia e ao Brasil. 2016. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

O trabalho tem por objetivo medir os efeitos macroeconômicos de políticas fiscais para consolidação da dívida pública brasileira. Para isso, utilizou-se um modelo de equilíbrio geral dinâmico determinístico para simular e medir os efeitos quantitativos das regras de política implementadas. O modelo que descreve a economia seguiu Papageorgiou (2012). A solução do sistema de equações não-lineares que fornece o equilíbrio dinâmico da economia modelada foi obtida numericamente através da programação do modelo (e das simulações realizadas) no programa GAMS. Como etapa de verificação do programa construído para obter a solução numérica, os experimentos propostos pelo autor foram realizados para o modelo calibrado com dados da economia grega. Para o caso brasileiro, os experimentos de consolidação da dívida pública foram o foco. Como resultado, concluímos que apesar de fornecer informações relevantes a respeito dos efeitos na economia, esse tipo de política pode não ser aplicável, por não prever um mecanismo de ajuste no caso de um desvio que torne explosiva a trajetória da dívida, devido a características intrínsecas do próprio sistema de equações.

Palavras-chave: Política Fiscal. Dívida Pública. Equilíbrio Geral Dinâmico. Modelos de Crescimento.

ABSTRACT

BRUM, A. F. O. **Fiscal policy for public debt stabilization:** a general equilibrium approach for Greece and Brazil. 2016. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

The study aims to measure the macroeconomic effects of fiscal policies to consolidate the Brazilian public debt. Thus, the study used a dynamic deterministic general equilibrium model to simulate and measure the quantitative effects of the implemented fiscal rules. The model that describes the economy followed Papageorgiou (2012). The solution of the nonlinear equations system, which provides the economy dynamic equilibrium, has been obtained numerically by programming the model (and simulations) in GAMS. As a verification step of the program built to obtain the numerical solution, the experiments proposed by the author were performed for the model calibrated with data from Greece. The debt consolidation experiments were the focus on Brazilian case. As a result, we concluded that despite providing relevant information about the effects on the economy, such a policy may not be applicable, once it doesn't provide an adjustment mechanism in the case of a deviation that makes the trajectory of the debt explosive due to the intrinsic characteristics of the equation system.

Keywords: Fiscal Policy. Public Debt. Dynamic General Equilibrium. Growth Models.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Taxa de crescimento do PIB (variação percentual em relação ao mesmo período do ano anterior).....	16
Gráfico 2 - Dívida Bruta do Governo Central e projeção até 2021(% do PIB).....	16
Gráfico 3 - Resultado primário do governo central (% do PIB).....	17
Gráfico 4 - Razão dívida/PIB brasileira (primeiros 20 anos)	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Parâmetros da calibração para a Grécia	40
Quadro 2 - Experimentos de mudança no mix gasto-tributação	44
Quadro 3 - Parâmetros da calibração para o Brasil	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Brasil: dinâmica de transição de consolidações fiscais	60
Figura 2 - Grécia: dinâmica de transição de mudanças na composição tributária	71
Figura 3 - Grécia: dinâmica de transição de mudanças no gasto público.....	73
Figura 4 - Grécia: dinâmica de transição de consolidações fiscais	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Grécia: solução de longo prazo e média dos dados.....	42
Tabela 2 - Grécia: efeitos de longo prazo de mudanças no mix gasto-tributação (em %)	47
Tabela 3 - Grécia: impacto e efeito de longo prazo de consolidações fiscais	52
Tabela 4 - Brasil: impacto e efeito de longo prazo de consolidações fiscais	57
Tabela 5 - Efeitos de longo prazo de mudanças no mix gasto-tributação (Papageorgiou, 2012, p. 511).....	70

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
Crise brasileira: causas e desdobramento	15
Objetivo da dissertação.....	19
Metodologia.....	20
1. REVISÃO DA LITERATURA.....	21
1.1 Modelos de crescimento com dívida e déficit público	21
1.2 Uso de modelos de equilíbrio geral para análise de política fiscal	27
1.3 Estudos de política fiscal no Brasil	29
2. METODOLOGIA.....	32
2.1 Descrição do modelo adotado.....	33
2.2 Implementação do modelo	38
2.3 Calibração	39
2.4 Estado estacionário e transição	41
2.5 Efeitos no equilíbrio geral de reformas no mix gasto-tributação.....	43
3. RESULTADOS PARA A GRÉCIA	45
3.1 Mudanças no mix da tributação	48
3.2 Mudanças no mix de gasto e tributação	49
3.3 Efeitos no equilíbrio geral de políticas de estabilização da dívida	50
4. APLICAÇÃO PARA O BRASIL	53
4.1 Calibração	53
4.2 Consolidação da dívida	56
4.3 Alternativas de política fiscal para o Brasil	62
CONCLUSÃO.....	63
REFERÊNCIAS	66
APÊNDICE A – Efeitos de longo prazo de mudanças no mix gasto-tributação segundo Papageorgiou	70

APÊNDICE B – Dinâmicas de transição das reformas aplicadas à economia grega.....	71
APÊNDICE C – Códigos dos programas GAMS desenvolvidos	77
C.1 Código GAMS desenvolvido para obtenção dos resultados da Tabela 2	77
C.2 Código GAMS desenvolvido para obter as trajetórias da Figura 2 (Apêndice B).....	84
C.3 Código GAMS para obter as trajetórias da Figura 3 (Apêndice B).....	92
C.4 Código GAMS desenvolvido para obter as trajetórias da Figura 1 e Tabela 4.....	97

INTRODUÇÃO

Os governos de diversos países do mundo adotaram uma série de medidas expansionistas para reagir à recessão mundial provocada pela crise financeira originada nos mercados de títulos hipotecários *subprime* dos Estados Unidos da América do Norte (EUA). Uma delas foi a expansão dos gastos públicos e outra foi a redução de tributos. Ambas tiveram como consequência o aumento do déficit público primário que, via de regra, foi financiada com elevações do endividamento público. Esta estratégia teve importantes efeitos de longo prazo porque muitos países como, por exemplo, Espanha, Portugal, Irlanda e Grécia, tiveram que, em seguida, adotar políticas para estabilizar a trajetória do endividamento público, pois os custos financeiros da dívida pública geraram déficits subsequentes, mesmo depois que o déficit primário produzido no enfrentamento da crise foi reduzido. A estratégia utilizada por esses países para superar este problema envolveu, na maior parte dos casos, a ajuda financeira da União Europeia (UE) e do Fundo Monetário Internacional (FMI), além de políticas adicionais de austeridade fiscal.

Na Espanha, assim como os EUA, ocorreu uma bolha imobiliária. Quando ela colapsou a economia entrou em uma recessão profunda: o desemprego atingiu 22% em 2011, e o índice de pobreza aumentou significativamente. A UE concedeu ao país, entre 2012 e 2013, ajuda financeira no montante de 100 bilhões de euros¹, e o Governo adotou inúmeras medidas de ajuste fiscal como, por exemplo, o congelamento das pensões, o aumento na idade mínima para aposentadoria (que passou dos 65 para 67 anos), o aumento de impostos, e o corte de 5% nos salários dos funcionários públicos. Os efeitos imediatos destas medidas apareceram principalmente na taxa de desemprego, que chegou a 26% em 2013. No entanto, atualmente, o país mostra os efeitos positivos das políticas adotadas para superar a crise: em 2015 o desemprego voltou ao patamar de 22%, a relação dívida/PIB recuou pela primeira vez desde o início da crise, o PIB cresceu 3,2%, e houve aumento da receita tributária.

Em Portugal houve um processo gradual de perda de competitividade, devido à estagnação da produtividade e ao atraso tecnológico de sua indústria, quando comparada aos seus vizinhos da zona do euro. Os gastos públicos crescentes e a eclosão da crise financeira fizeram o país perder credibilidade frente aos credores internacionais e, a partir de 2010, as agências de classificação de risco começaram a reduzir a classificação de qualidade do crédito

¹ Empréstimos obtidos dos fundos de assistência financeira dos países da zona do euro: o Fundo Europeu de Estabilidade Financeira e o Mecanismo Europeu de Estabilidade.

soberano do país. A dificuldade para financiar a sua dívida pública fez com que o país aceitasse receber a partir de 2011 um auxílio financeiro da UE e do FMI no montante de 78 bilhões de euros. O governo também fez um ajuste fiscal, incluindo o corte de salários dos servidores públicos, a redução de benefícios sociais e o aumento do imposto sobre valor adicionado. Em consequência, a taxa de desemprego caiu de 18% em 2011 para 11% em 2015, o PIB voltou a crescer em 2014 e atingiu 1,5% de crescimento em 2015.

A evolução da crise na Irlanda se aproxima muito do que ocorreu nos EUA. Uma bolha imobiliária se formou, e seu colapso exigiu a intervenção do Estado para socorrer as instituições financeiras privadas, visando evitar um desequilíbrio sistêmico. O custo desta intervenção aumentou ainda mais o já elevado déficit orçamentário do governo irlandês cujo controle também foi dificultado pela redução da arrecadação de impostos devida à queda do crescimento econômico. Em 2010 o país começou a receber assistência financeira da UE e do FMI no valor de 85 bilhões de euros, e o governo implementou um severo programa de austeridade, reduzindo os salários dos funcionários públicos, restringindo benefícios sociais, e aumentando o imposto sobre valor adicionado. As reformas foram bem-sucedidas, pois em 2014 o país já não dependia da assistência financeira internacional e o produto agregado cresceu quase 5%.

O caso mais grave de crise fiscal na zona do euro ocorreu na Grécia. Este país cumpria os critérios de Maastricht quando foi aceita na comunidade econômica europeia, em 1981. Porém a partir daí o governo não conseguiu controlar a expansão dos gastos públicos: entre 1996 e 2008, ele aumentou 80% em termos per capita. Os salários dos funcionários públicos virtualmente dobraram e, antes mesmo da eclosão da crise em 2009, a dívida pública já era 3,5 vezes a receita do governo. Além disto, a dificuldade de financiamento era agravada pela crescente evasão fiscal. O risco para os credores da dívida pública ficou evidente em 2009 quando se revelou a grave situação de solvência de sua dívida pública e a possibilidade de ter havido manobras contábeis para camuflar a real dimensão e duração da dívida pública grega por ocasião da implementação do euro². Assim o país passou a ter muitas dificuldades para se financiar nos mercados internacionais. Diante disso, em 2010 foi aprovado pela UE e FMI o primeiro pacote de ajuda financeira à Grécia, no montante de 110 bilhões de euros. Ele visava estabilizar a economia e ajudar o país a fazer as reformas necessárias para restabelecer o equilíbrio de longo prazo da economia nacional. Em 2012 foi aprovado novo pacote, no valor

² Em 2010, a Comissão Europeia passou a investigar a denúncia que o Governo grego, com a ajuda de bancos de investimento, teria encontrado uma maneira de driblar a regra do Tratado de Maastricht, que requeria aos países um déficit público de no máximo 3% do PIB, ao reduzir os déficits públicos com derivativos.

de 164,5 bilhões de euros. Em ambas as ocasiões, o país se comprometeu a implementar medidas de austeridade fiscal, entre elas: drásticos cortes nos gastos públicos; aumento de impostos e reforma no sistema de previdência e no mercado de trabalho. A enorme insatisfação da população grega com as reformas exigidas para estabilizar as contas públicas mostra quão penosos podem ser os efeitos do ajuste fiscal no curto prazo: nos últimos sete anos, o PIB do país diminuiu 25% e o desemprego alcançou 26%. Em 2015, diante da possibilidade de default, houve necessidade de mais uma negociação com o FMI e os credores da dívida grega. Um novo acordo foi fechado, apesar de a população ter votado contra ele em plebiscito. Da mesma maneira que os anteriores, o novo plano de resgate previu um amplo programa de reformas econômicas, entre as quais um rigor fiscal de 13 bilhões de euros e 50 bilhões em privatizações.

Em todos os casos apresentados, existe um desequilíbrio fiscal na origem da crise, cuja solução requereu a adoção de medidas de ajuste fiscal para permitir que a trajetória da dívida pública não se tornasse explosiva. Com exceção da Grécia, estas medidas surtiram efeitos em alguns anos, estabilizando a dívida pública e permitindo a recuperação da economia. No entanto, não há consenso quanto aos efeitos da política fiscal de estabilização sobre o crescimento econômico no longo prazo. Pela ótica da despesa, ele depende de como o ajuste se distribui pelos tipos de gasto público (mão de obra, custeio ou investimento), da eficiência do governo, e da forma como é modelada a função de produção da economia. Pela ótica da receita, ele depende de qual tributo é utilizado como instrumento de ajuste, pois eles têm diferente impacto sobre a renda e o crescimento.

A manutenção da credibilidade é de crucial importância para um governo que recorre ao aumento do endividamento público para financiar sua política econômica, e o compromisso com a implementação dos ajustes contribui para elevar a confiança do mercado quanto à solvência desses países. Isto se traduz na classificação do risco da dívida soberana feita pelas agências de *rating*, e seu aumento (ou redução) pode representar maior (ou menor) facilidade do país se financiar.

Em suma, uma situação de desequilíbrio fiscal pode desencadear uma série de efeitos negativos para a economia. Quando o governo gasta mais do que arrecada, pressiona a demanda e a inflação, além de aumentar a base sobre a qual os juros da dívida são calculados. Aumentos da taxa de juros, quando necessários, agravam ainda mais o déficit público. Isso coloca em xeque a capacidade do governo de se financiar, aumenta a desconfiança dos agentes, que desestimula o investimento privado, o financiamento externo e prejudica crescimento. Entretanto a estratégia ótima para enfrentar o desequilíbrio não é *prima facie*

evidente. É importante discutir a melhor maneira de fazê-lo contemplando as várias alternativas que se colocam e avaliando os custos e benefícios de cada uma delas. A escolha de uma boa estratégia para o ajuste também sinaliza o comprometimento do Governo com ele, e isso ajuda na restauração da confiança dos agentes econômicos, e isto pode iniciar um círculo virtuoso de aumento da atividade econômica, maior arrecadação e redução do desequilíbrio. Essa dinâmica resume, de maneira geral, a situação atual da economia brasileira, que apresentaremos a seguir.

Crise brasileira: causas e desdobramento

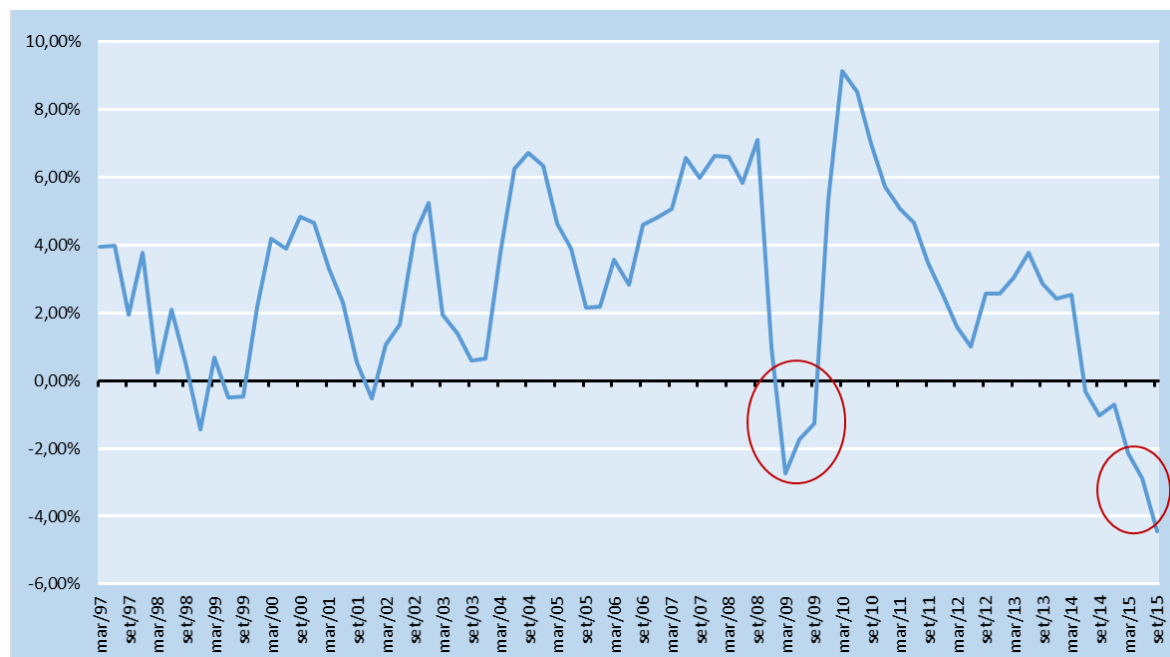
O objetivo desta seção é descrever a situação econômica e fiscal do Brasil na última década, apresentando a cadeia de eventos que culminaram na crise atual. Isto ajuda a contextualizar o objetivo da dissertação, que visa avaliar as alternativas de política fiscal para o reequilíbrio das contas públicas e a estabilização da dívida pública.

O Brasil enfrenta atualmente uma crise econômica que se iniciou em meados de 2014 e produziu uma queda de 3,8% no PIB em 2015, o pior resultado para a esta taxa desde 1990. A projeção para 2016 é também de uma queda acentuada, cerca de 3,5%, o que configura a situação atual como a pior crise econômica da história do país, como pode ser visualizado no Gráfico 1. Outros indicadores econômicos, como inflação e desemprego, também pioraram muito desde 2014. Estima-se que as perdas causadas pela crise representem uma nova década perdida, revertendo, inclusive, os ganhos alcançados desde 2000.

Nesse cenário, a dívida pública brasileira vem crescendo de maneira acelerada, e se tornou um dos problemas mais graves da crise atual: após se manter em torno de 63% do PIB de 2007 a 2013, a dívida bruta do setor público cresceu e alcançou 74% do PIB em dezembro de 2016. O FMI estima³ que se nada for feito, ela atinja 92% do PIB em 2021 (vide Gráfico 2). Essa trajetória da dívida é consequência da piora progressiva do resultado primário a partir de 2011 e do seu agravamento a partir de 2014, quando o sinal do resultado primário do governo se inverteu (Gráfico 3).

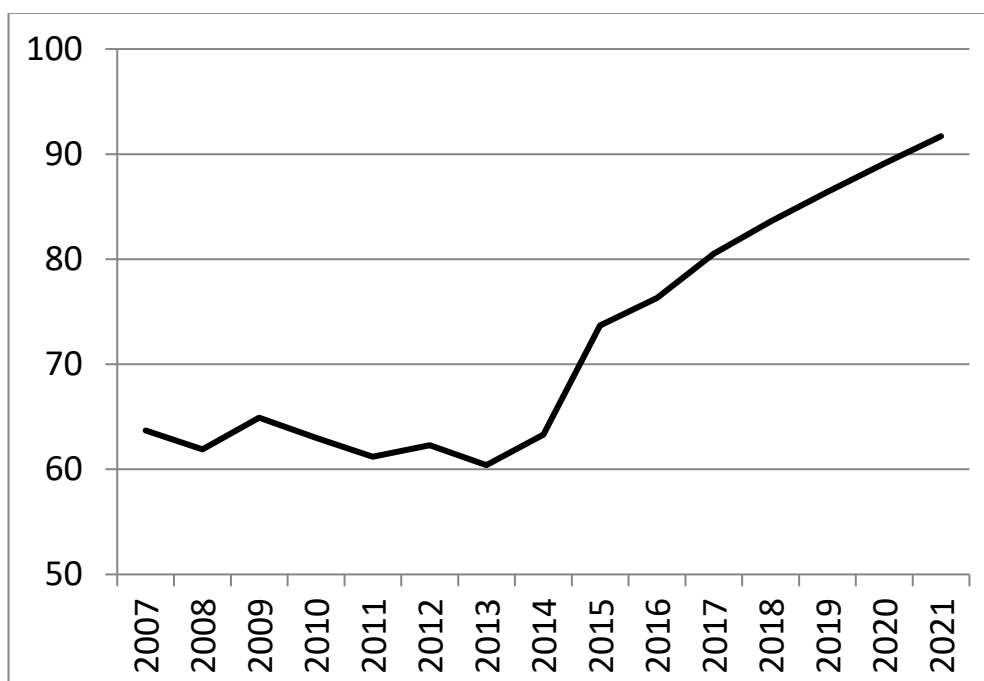
³ FMI Fiscal Monitor: *Acting Now, Acting Together*, abril 2016.

Gráfico 1 - Taxa de crescimento do PIB (variação percentual em relação ao mesmo período do ano anterior)



Fonte: TERRAÇO ECONÔMICO⁴, 2016.

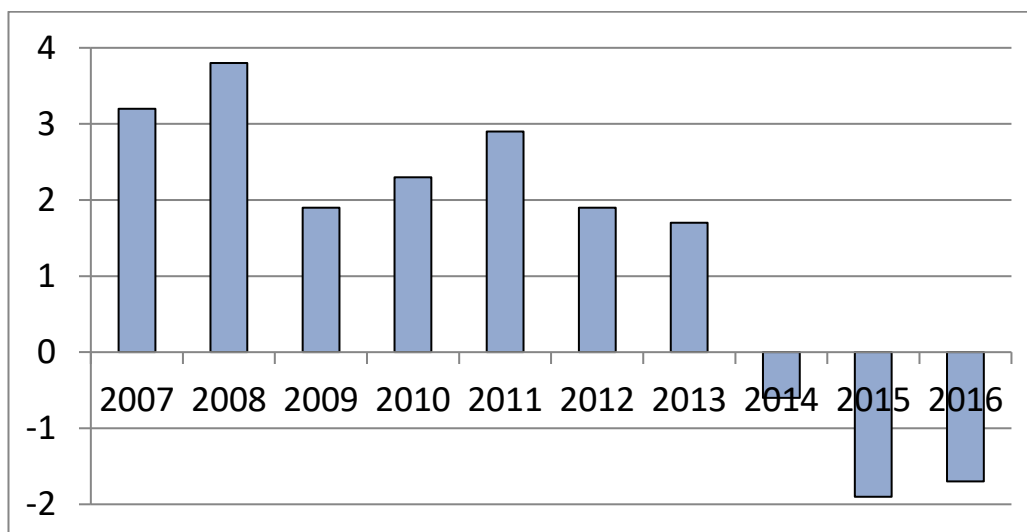
Gráfico 2 - Dívida Bruta do Governo Central e projeção até 2021 (% do PIB)



Elaboração: A autora, 2016. Fonte dos dados: FMI, abril de 2016.

⁴ Imagens fortes: 5 Gráficos que mostram o desastre que está o PIB brasileiro. In: Terraço Econômico. Disponível em: <http://terracoeconomico.com.br/imagens-fortes-5-graficos-que-mostram-o-desastre-que-esta-o-pib-brasileiro>. Acesso em 14 de maio de 2016.

Gráfico 3 - Resultado primário do governo central (% do PIB)



Elaboração: A autora, 2016. Fonte dos dados: FMI, abril, 2016.

Apesar do déficit primário só ter aparecido em 2014, a despesa primária já vinha crescendo aceleradamente há mais de 10 anos: como fração do PIB, ela cresceu no segundo governo FHC (1998-2002) 1,2 p.p, no primeiro governo Lula (2003-2007) ela cresceu 1,2 p.p, no segundo governo Lula 0,5 p.p., e no primeiro governo de Dilma Rousseff, cresceu 2,3 p.p. No total destes 16 anos, o crescimento foi de 5 p.p. do PIB. Dessa despesa adicional, a parcela majoritária foi gasta com pagamento de benefícios previdenciários, que são a rubrica da despesa que mais cresce e que, segundo consta, é difícil conter seu crescimento, pois ele se deve a fatores demográficos e determinações legais. Já as receitas tributárias, representadas pela soma das receitas de impostos e contribuições (líquida de restituições) cresceram pouco de 1999 a 2005, quando se estabilizaram, chegando a apresentar uma leve queda, devido ao fim de aumentos tributários legislados e o início das desonerações. Nos últimos anos, a receita corrente passou a crescer a uma taxa bem menor que a despesa do Governo central, resultando no desequilíbrio fiscal observado desde então. Em suma, o desequilíbrio fiscal observado a partir de 2014 tem sua origem no descontrole dos gastos públicos e na mudança na condução da política econômica a partir de 2009. A seguir discutimos em mais detalhe as suas causas estruturais.

A crise mundial de 2008 reduziu fortemente a atividade econômica global que repercutiu no Brasil, apesar do discurso oficial do Governo na época em sentido contrário, produzindo uma redução de 0,23% do PIB em 2009. Foi então adotada uma política fiscal expansionista (aumento do gasto público e redução dos tributos) que resultou em um aumento vigoroso de 7,6% do PIB em 2010. Este resultado, conjugado ao sucesso das políticas

anticíclicas em outros países que favoreceu o grande crescimento da demanda por exportações brasileiras, levou o Governo manter este conjunto de política expansionista e denominá-las ‘Nova Matriz Econômica’. Ela visava estimular o investimento e o consumo privado por meio de forte intervenção estatal, incentivando e subsidiando o investimento, e reduzindo artificialmente a taxa de juros básica (SELIC) da economia.

Os resultados desta política deixaram a desejar. As taxas de juros baixas levaram à expansão monetária acelerada e ao aumento da inflação. O crédito subsidiado, principalmente através do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), foi em volume excessivo (chegou a atingir 10% do PIB) e gerou necessidades de financiamento do Tesouro. A tentativa de reduzir artificialmente a inflação represando os reajustes de preços controlados, como os derivados de petróleo e a energia elétrica, viria a se mostrar desastrosa em 2015, quando eles tiveram que ser ajustados, resultando em um repasse do aumento para toda cadeia produtiva. O resultado foi um aumento significativo da taxa de inflação que, medida pelo IPCA, chegou a 10,76% em 2015. Em suma, essa piora do quadro econômico pode ser vista como consequência da nova política econômica, que enfraqueceu o clássico tripé econômico – câmbio flutuante, metas de inflação e de superávit primário. O fraco desempenho acoplado à consequente perda de credibilidade culminou com a perda em 2015 da classificação de ‘grau de investimento’ para a dívida soberana junto às principais agências de classificação de risco, dificultando e encarecendo o acesso à poupança externa.

A trajetória explosiva da dívida pública não foi devida apenas aos fatores conjunturais apontados sucintamente acima, mas tem também causas estruturais. As principais foram a renúncia fiscal sistemática conjugada ao fato de um conjunto importante dos gastos públicos serem obrigatórios ou incompressíveis, tais como: a vinculação de percentuais da Receita Líquida Corrente da União para as áreas de educação e saúde, gastos cada vez maiores com Previdência Social, Assistência Social (LOAS), Seguro Desemprego e Abono Salarial.

Almeida, Lisboa e Pessôa (2015) mostram a magnitude desse desequilíbrio estrutural nos gastos públicos: desde 1991 a despesa pública cresce a uma taxa maior que a renda nacional, o que exige como contrapartida aumentos contínuos da receita tributária como fração do PIB. Entre 1991 e 2014 a carga tributária passou de 25% para 35% do PIB.

Ao analisar os ciclos da economia brasileira nos últimos 20 anos, Giambiagi (2014) destaca as mudanças na condução da política fiscal, a partir de 2009, que passaram a comprometer a estrutura dos gastos públicos: o aumento do salário mínimo (com seu efeito de transferência sobre a previdência e o seguro-desemprego), aumento do investimento público (principalmente empresas estatais) e desonerações em setores específicos da indústria

(automobilístico, eletrodomésticos, entre outros). Para o autor, o controle do endividamento público ocorreu até 2007 somente (sendo que de 1995 a 2003, houve inclusive um esforço de ajuste fiscal).

O caso da previdência é particularmente preocupante, dada a tendência demográfica de envelhecimento da população e à ausência de uma idade mínima para aposentadoria. Segundo Almeida, Lisboa e Pessoa (2015), isto leva a que sejam necessários aumentos contínuos das receitas públicas para fazer frente a esses gastos. Desde 1991, foi a despesa que mais cresceu entre as que compõem o gasto primário do governo. Dentre as razões que causaram esse aumento das despesas do INSS, os autores concordam que há uma benevolência da legislação, que aumentou o contingente de beneficiários.

A conclusão é que em um contexto como o atual, são imperativas reformas estruturais para interromper a trajetória explosiva da dívida. Este estudo visa estudar estas reformas de modo sistemático, sob a ótica dos resultados que elas podem produzir para controlar o endividamento público, e avaliar os custos relativos das várias alternativas de política.

Objetivo da dissertação

O principal problema no Brasil atualmente é reverter a deterioração das contas do Governo, restaurar o crescimento econômico, e reduzir a inflação. Para isto, precisamos estudar as medidas de política fiscal e seus efeitos macroeconômicos de curto e longo prazo para identificar qual é o melhor conjunto de políticas econômicas para atingir este objetivo. Esta dissertação é um passo nesta direção, e analisa o desempenho de várias alternativas de política fiscal que se apresentam para a economia brasileira quanto aos seus impactos de curto, médio e longo prazo. Elas são avaliadas não só com relação ao seu efeito sobre o equilíbrio fiscal e o controle o endividamento público, mas também quanto aos seus efeitos sobre todos os outros indicadores macroeconômicos relevantes.

Metodologia

A metodologia adotada é baseada no uso de um modelo de equilíbrio geral aplicado dinâmico determinístico proposto por Papageorgiou (2012) para descrever o comportamento da economia ao longo do tempo e, com base nele, avaliar o efeito das diferentes políticas fiscais sobre o consumo, investimento, poupança, oferta e demanda de trabalho e bem-estar dos agentes da economia (governo, família, e firmas), levando em conta a racionalidade econômica de seu comportamento, baseada em fundamentos microeconômicos. Nele, o equilíbrio geral intertemporal da economia é representado através de um sistema de equações que inclui variáveis que representam a política fiscal tanto do lado dos gastos quanto da receita.⁵

O modelo foi calibrado ajustando uma série de parâmetros para representar a economia brasileira, e permite avaliar os efeitos sobre a economia de diferentes estratégias de controle do endividamento público. Serão analisados tanto os efeitos destes experimentos de política fiscal sobre o estado estacionário, que ilustra os efeitos no longo prazo, quanto sobre a trajetória da economia desde o momento da implementação das novas políticas até o novo estado estacionário, ou seja, o seu comportamento dinâmico.

⁵ Este modelo foi escolhido porque o autor realizou estudo semelhante para uma economia calibrada com parâmetros da Grécia, logo, foi possível obter um modelo preciso para fazer um estudo semelhante para o Brasil. Também faremos a análise da economia grega como etapa de verificação dos cálculos.

1. REVISÃO DA LITERATURA

Nos últimos anos, devido à crise internacional de 2008 e seus desdobramentos, os efeitos sobre o crescimento econômico dos diferentes componentes dos gastos do governo, assim como os diversos tipos de instrumentos de tributação, receberam bastante atenção. A literatura teórica sobre política fiscal e crescimento econômico é bastante vasta e na próxima seção faremos uma breve revisão bibliográfica de modelos de crescimento com governo. Posteriormente, focaremos na literatura especializada na abordagem metodológica utilizada nesta dissertação: a análise macroeconômica de políticas fiscais alternativas utilizando modelos de equilíbrio geral dinâmico com calibragem.

Por fim, a última seção trata da política fiscal no Brasil, apresentando um histórico das contas públicas desde a década de 1990, as origens do desequilíbrio fiscal atual e as características da dívida brasileira.

1.1 Modelos de crescimento com dívida e déficit público

No modelo Solow-Swan, a taxa de poupança é fixa e constante ao longo do tempo, o capital possui retornos decrescentes de escala e sua acumulação é o motor do crescimento. No equilíbrio estacionário o estoque de capital cresce a uma taxa igual à taxa de crescimento populacional mais a taxa de aumento da produtividade da mão-de-obra. Enquanto o estado estacionário não é atingido (na transição), a economia cresce a uma taxa superior àquela.

Segundo Angeletos (2003), ele pode ser usado para prever a resposta da economia a choques de produtividade, preferências (a taxa de poupança da economia, por exemplo) ou choques de política fiscal através de análises que comparam os estados estacionários e as trajetórias antes e depois das medidas implementadas.

Ao introduzir o governo no modelo de Solow, onde se admite que a função de produção agregada apresente retornos constantes de escala com relação aos fatores capital e trabalho, a maneira como a tributação afetará a taxa de crescimento depende de como o gasto público é modelado, ou seja, se é improdutivo ou produtivo.

Ao considerarmos o caso que os gastos públicos são improdutivos, a restrição orçamentária para a economia será:

$$c_t + g_t + i_t = y_t = f(k_t) \quad (1)$$

Onde c_t é o consumo privado, g_t é o consumo do governo, i_t é o investimento, y_t é o produto e $f(k_t)$ é a função de produção, sendo todas essas variáveis medidas em unidades de mão de obra. Admitindo ausência de aumento da produtividade da mão-de-obra, a equação de transição do estoque de capital é dada por:

$$k_{t+1} - k_t = f(k_t) - (\delta + n)k_t - c_t - g_t \quad (2)$$

Onde k_t é o estoque de capital físico em termos per capita, (δ) é a taxa de depreciação e (n) é a taxa de crescimento populacional. Os gastos do governo são inteiramente financiados com taxação proporcional sobre a renda, a uma taxa $\tau \geq 0$. Dessa maneira, o governo absorve uma fração do produto:

$$g_t = \tau y_t \quad (3)$$

A renda disponível para as famílias é $(1 - \tau) y_t$, e assumindo que o consumo e o investimento absorvam frações $(1 - s)$ e (s) , respectivamente da renda disponível, temos que:

$$c_t = (1 - s)(y_t - g_t) \quad (4)$$

$$i_t = (s)(y_t - g_t) \quad (5)$$

Onde s é a taxa de poupança. Combinando as equações acima, encontramos que a dinâmica do capital é dada por:

$$\gamma_t = \frac{k_{t+1} - k_t}{k_t} = s(1 - \tau)\phi(k_t) - (\delta + n) \quad (6)$$

Onde γ_t é a taxa de crescimento do capital e $\phi(k_t) \equiv f(k_t)/k_t$ é o inverso da relação capital/produto. Dados (s) e k_t , a taxa de crescimento γ_t cai quando τ aumenta. Existe um estado estacionário para qualquer $\tau \in [0, 1)$, dado por:

$$k^* = \phi^{-1}\left(\frac{\delta + n}{s(1 - \tau)}\right) \quad (7)$$

Portando, dados, quando τ aumenta, k^* se reduz. Conclui-se que a taxa de crescimento e o nível de capital do estado estacionário serão afetadas negativamente pela taxa do imposto que financia os gastos do governo.

Já no caso em que o gasto do governo é produtivo e, portanto, incorporado também na função de produção (pode ser interpretado como investimento em infraestrutura) o produto por unidade de mão-de-obra é dado por:

$$y_t = f(k_t, g_t) = k_t^\alpha g_t^\beta \quad (8)$$

Onde $\alpha > 0$, $\beta > 0$, e $\alpha + \beta < 1$. A restrição orçamentária da economia passa a ser:

$$c_t + g_t + i_t = y_t = f(k_t, g_t) \quad (9)$$

De acordo com as equações (3), (4) e (5), assumimos as mesmas hipóteses do caso anterior para o financiamento do gasto público, e para as frações da renda disponível destinadas ao consumo e ao investimento. Ao substituir a equação (3) em (8) e resolvendo para y_t temos:

$$y_t = k_t^{\frac{\alpha}{(1-\beta)}} \tau^{\frac{\beta}{(1-\beta)}} \equiv k_t^a \tau^b \quad (10)$$

Onde $a \equiv \alpha/(1 - \beta)$ e $b \equiv \beta/(1 - \beta)$. É importante destacar que $a > \alpha$, o que reflete a complementaridade entre os gastos do governo e o capital.

Portanto, a taxa de crescimento é dada por:

$$\gamma_t = \frac{k_{t+1} - k_t}{k_t} = s(1 - \tau)\tau^b k^{a-1}(\delta + n) \quad (11)$$

E no estado estacionário:

$$k^* = \left(\frac{s(1 - \tau)\tau^b}{\delta + n} \right)^{\frac{1}{(1-a)}} \quad (12)$$

Dado k_t pode-se calcular a taxa τ que maximiza γ_t :

$$\frac{d}{d\tau} [(1 - \tau)\tau^b] = 0 \Leftrightarrow b\tau^{b-1} - (1 + b)\tau^b = 0 \Leftrightarrow \tau = \frac{b}{(1 + b)} = \beta \quad (13)$$

A taxa de imposto que maximiza a taxa de crescimento e o nível de capital do estado estacionário será igual à elasticidade do produto em relação aos gastos públicos. Ou seja, quanto mais produtivos forem os serviços do governo, maior será a taxa de imposto ótima.

O modelo RCK (Ramsey (1928), Cass (1965) e Koopmans (1965)) generaliza o modelo de Solow-Swan tornando a taxa de poupança endógena, determinada de modo ótimo pelos agentes (famílias e firmas) em uma economia competitiva, resolvendo um problema de otimização intertemporal. A importância de permitir que agentes se comportem otimamente (consumidores maximizando utilidade e firmas maximizando o lucro) é a possibilidade de

analisar como a economia é afetada pelos incentivos – taxas de juros, taxas de impostos, entre outros. (Barro, Sala-i-Martin, 2004).

Barro e Sala-i-Martin estendem a versão original do modelo RCK ao incorporar nele o governo. Quando se supõe que o governo financia seus gastos e transferências, de maneira equilibrada, com impostos sobre consumo (τ_c), renda do trabalho (τ_w), renda do capital privado (τ_a) e lucro das firmas (τ_f) e o modelo assume que a oferta de trabalho das famílias é inelástica, τ_w funciona como um imposto *lump-sum* que não afeta as condições de equilíbrio. Já τ_c não afeta as escolhas de consumo ao longo do tempo, pois é constante. Por outro lado, a imposição de τ_a e τ_f afetam negativamente a trajetória do consumo e levam a uma redução do consumo e do capital privado no estado estacionário, já que esses impostos reduzem o incentivo a poupar.

O governo nem sempre consegue manter seu orçamento equilibrado, ou seja, financiar todos os seus gastos, sejam eles produtivos ou não, com arrecadação tributária. Quando existe a opção de financiar-se com dívida, a restrição orçamentária do governo precisa ser modificada para permitir a existência de déficits e principalmente, ao ser formulado em um contexto dinâmico, deve incluir a condição de transversalidade. Essa condição que garante a sustentabilidade da dívida pública.

Ao adicionar o componente estocástico ao modelo neoclássico de crescimento, Dotsey e Mao (1994) analisaram os efeitos de políticas fiscais de um governo que se financia com tributação e endividamento. Os gastos do governo e os impostos distorcivos são estocásticos (modelados como um processo de Markov) e para atingir o equilíbrio do orçamento intertemporal não existe a possibilidade de utilizar impostos *lump-sum*. Como as probabilidades de transição das políticas fiscais dependem da razão dívida/PIB, essa razão influencia as decisões futuras do governo a respeito dos gastos e da tributação, afetando a atividade real da economia.

Um resultado contra intuitivo que encontraram (contrário ao resultado keynesiano de *crowding-out*) é que, em um estado da natureza com uma tributação sobre a renda do trabalho baixa e uma dívida alta, o produto e o investimento aumentam. Isso porque, a combinação de uma dívida alta com impostos baixos (dado que o imposto sobre a renda do capital é fixo) sinaliza que no futuro os impostos subirão, então os trabalhadores ofertam mais horas de trabalho, aumentando a produtividade marginal do capital e a demanda por investimento. Com mais trabalho na economia o produto aumenta e também o investimento.

Esse resultado é consistente com Ludvigson (1996), que atribui seu resultado a duas hipóteses adotadas: oferta de trabalho elástica e o grau de persistência da dívida do governo.

Ludvigson chega a essa conclusão, pois modificou essas hipóteses do artigo de Dotsey (1994), que comprova os resultados já conhecidos da literatura, no qual uma tributação mais baixa financiada com déficit mais alto leva a uma redução do investimento e do produto quando o déficit for pago com tributação futura sobre a renda. Ambos os autores utilizaram modelos de crescimento endógeno com processos estocásticos para a política fiscal.

Os modelos de crescimento endógeno, conhecidos também por AK diferem dos modelos neoclássicos, pois a acumulação de fatores que se pode acumular (uma generalização do conceito de capital físico) apresenta retornos constantes (e não decrescentes). Neles, este capital é uma junção do capital físico, capital humano, capital público (infraestrutura), etc. Ou seja, retornos decrescentes de um tipo de capital são compensados por retornos crescentes de outro tipo de capital. Logo, nesse modelo, a relação capital/trabalho não tem estado estacionário, em contraste com os modelos com a relação capital/trabalho de retornos decrescentes. O modelo AK, diferente do neoclássico, não prevê convergência da taxa de crescimento do produto.

Rebelo (1991) sintetizou os modelos de crescimento endógeno desenvolvidos até então, mostrando que, de modo geral, neles o crescimento do consumo por capital pode continuar indefinidamente, numa velocidade proporcional à diferença entre a produtividade do capital (generalizado) e uma expressão obtida dos parâmetros do modelo ($\hat{c} = \frac{1}{\theta}(A - \delta - \rho)$)

. Essa vertente dos modelos de crescimento surgiu procurando explicar o crescimento de longo prazo dos países, pois empiricamente os modelos neoclássicos falharam em verificar a trajetória de crescimento em estudos realizados na década de 1980.

Barro (1990) desenvolveu uma extensão do modelo AK ao incorporar o governo. Nessa versão, o governo afeta positivamente a produtividade ao prover bens públicos e negativamente ao tributar o capital. Os bens públicos são não excludentes e não rivais e produzem uma externalidade positiva. Então o governo impacta a taxa de crescimento do produto ao impactar diretamente a produtividade do capital privado.

A gama de diferentes resultados na literatura acerca da atuação do governo na economia está diretamente relacionada com o modelo escolhido, as hipóteses adotadas acerca do gasto público, da tributação e das formas de financiamento dos gastos. O que pode afetar inclusive o bem-estar da economia⁶.

⁶ Pereira e Ferreira (2010) analisaram os impactos macroeconômicos e sobre o bem-estar de uma reforma tributária cujo objetivo seria abolir a complexidade os efeitos cumulativos dos impostos brasileiros.

Tourinho e Castro (2010) estenderam o modelo de Barro ao distinguir tributação direta e indireta como imposto sobre o retorno dos ativos e imposto sobre o consumo, respectivamente. Além disso, o dispêndio público é separado em três diferentes categorias: investimentos em capital público, gastos com bens de consumo e transferências de renda. A conclusão dos autores é que a maneira como esses impostos afetarão a economia dependerá da filosofia tributária adotada, ou seja, a destinação que o governo dá para a receita de cada imposto. Então, a partir da suposição de que o imposto sobre a remuneração dos ativos privados financia o investimento em capital público, este imposto contribui para o crescimento. Já o imposto sobre o consumo, que financia os gastos do governo, é prejudicial para o crescimento.

Teles e Mussolini (2013) propoem um modelo de crescimento endógeno no qual o governo pode recorrer à dívida para aumentar seu gasto produtivo e, portanto, o endividamento tem efeito positivo sobre a taxa de crescimento. Há, entretanto, um efeito indireto: o aumento da razão dívida/PIB reduz esse efeito porque o maior endividamento do governo extrai uma parcela da poupança da população mais jovem para pagar os juros da dívida, o que acarreta em uma mudança na alocação dos recursos entre as gerações da economia. Para testar o modelo teórico Teles e Mussolini realizaram um estudo econométrico com dados de 74 países para o período de 1972 a 2004 e encontraram evidências favoráveis à abordagem proposta.

Greiner (2012) utiliza um modelo AK com oferta de trabalho elástica, supondo que o governo incide tributo sobre a renda e lança títulos para financiar transferências lump-sum e os gastos públicos são não produtivos, para mostrar que quanto maior a dívida que o governo assume para satisfazer sua restrição intertemporal, menor será a taxa de crescimento de longo prazo dessa economia. Porém, se o governo se utilizar das transferências não distorcivas para satisfazer a restrição intertemporal, a taxa de crescimento balanceado não é afetada.

Apesar dos modelos de crescimento endógeno oferecerem um extenso arcabouço teórico para a análise dos efeitos de déficits e endividamento sobre a economia, o modelo de crescimento exógeno foi escolhido devido a sua melhor aderência empírica (Caselli et al. (1996)).

1.2 Uso de modelos de equilíbrio geral para análise de política fiscal

Os modelos de equilíbrio geral dinâmico destinam-se a estudar o comportamento das variáveis econômicas em um contexto intertemporal. Os modelos DGE (*Dynamic General Equilibrium*) podem ser determinísticos ou estocásticos. Esses modelos são amplamente utilizados como método de análise quantitativa dos efeitos econômicos de experimentos de política fiscal.

Utilizando um modelo de crescimento endógeno e um modelo DGE simples calibrado para economia dos Estados Unidos, Lucas (1990) faz uma avaliação quantitativa de se eliminar a tributação do capital, conseqüentemente, elevando a tributação sobre a renda do trabalho. O autor calcula o estado estacionário utilizando parâmetros da economia americana, simula a eliminação da tributação sobre o capital e compara o novo equilíbrio de longo prazo após a implementação da política, com o equilíbrio de longo prazo caso nenhuma política fosse aplicada. Os resultados mostram um aumento do consumo e, de maneira substancial, do estoque de capital. Além dessa análise, ele apresenta uma abordagem para a avaliação quantitativa dos efeitos sobre o bem-estar da economia: calcula quanto as famílias deveriam receber, em forma de transferência lump-sum, para complementarem o consumo até ficarem indiferentes entre o equilíbrio de longo prazo após a reforma e o equilíbrio de status quo.

Em consonância com os resultados de Lucas (1990) para a economia norte-americana, Angelopoulos et al. (2011) avaliaram os efeitos quantitativos sobre a taxa de crescimento de longo prazo e sobre o bem-estar de mudanças na composição dos impostos no Reino Unido. Em contraste, adicionaram o componente estocástico na produção para ilustrar o contexto das crises recentes. Assim, avaliaram o bem-estar como a utilidade esperada quando a economia está sujeita a choques exógenos de tecnologia. Os autores analisaram os efeitos de um aumento de cada imposto distorcivo com ajuste pelas transferências lump-sum ou outro imposto distorcivo.

Cooley e Hansen (1992) calibram uma economia neoclássica monetária com dados dos Estados Unidos e quantificam os custos sobre o bem-estar do estado estacionário de formas alternativas de tributação. Nos experimentos, simulam diferentes combinações entre os tributos disponíveis nessa economia: imposto sobre o consumo, capital, trabalho e imposto inflacionário. Diferentemente de Lucas (1990), os autores medem os efeitos sobre o bem-estar como porcentagem do PIB.

Leeper e Yang (2008) exploram as consequências, sobre o equilíbrio estacionário e ao longo da trajetória até o novo estado estacionário, de cortes permanentes na tributação sobre o capital e trabalho, utilizando com instrumentos de ajuste para as contas do governo as transferências lump-sum, os gastos públicos e os próprios tributos sobre capital e trabalho. Ao modelar a economia (que posteriormente é calibrada para dados dos Estados Unidos) os autores definem regras fiscais para os instrumentos de ajuste em função da situação fiscal do governo: ao cortar um imposto distorcivo, quando a razão dívida/PIB aumenta acima do nível do estado estacionário inicial, a razão transferências/PIB reduz, ou a razão consumo público/PIB reduz, ou outro imposto distorcivo aumenta. Para eles, os efeitos expansivos dos cortes na tributação dependem de maneira crucial do instrumento utilizado para o ajuste.

No que se refere a políticas fiscais focadas no gasto público, Baxter e King (1993) utilizam um modelo neoclássico e calibram uma economia com dados norte-americanos para analisar os efeitos no equilíbrio geral de um aumento (permanente e temporário) no consumo do governo. Os resultados mostraram que o aumento permanente no gasto público produz efeitos mais expressivos sobre o produto do que o aumento temporário. Ademais, os autores concluíram que a decisão do instrumento de ajuste utilizado para financiar esse aumento do gasto público é mais importante do que o custo direto desse aumento do gasto.

Uhlig (2010) utiliza um arcabouço semelhante para calcular o impacto econômico do *American Recovery and Reinvestment Act* (ARRA), um pacote de estímulo à economia concedido pelo governo dos Estados Unidos em 2009. Segundo o autor, o efeito inicial de um aumento do gasto público nos moldes do ARRA (financiado inicialmente com dívida) estimularia o produto. Porém, eventualmente, haveria aumento de tributação para financiar a dívida e isso resultaria, no longo prazo, em um desempenho prolongado abaixo da tendência para o produto.

Ardagna (2001) também analisa as implicações sobre o equilíbrio geral de mudanças nos instrumentos de política fiscal do governo (financiadas por meio de dívida), fazendo uma distinção entre os gastos público com bens finais e o gasto com emprego público. Utilizando um modelo neoclássico e calibrando a economia com dados médios de dez países europeus, entre 1965 e 1995, a autora mostra que um aumento do gasto com funcionalismo público tem efeito negativo sobre a economia mesmo se financiado com impostos lump-sum.

Forni et al. (2010) utilizam uma abordagem distinta da política fiscal em modelos DGE ao fazerem uma análise baseada na redução da dívida pública da Alemanha e utilizarem um modelo com duas regiões. A opção por modelar um país como parte da zona do euro tem por objetivo captar o papel da política monetária comum e os efeitos de transmissão entre as

duas regiões. A política implementada pela autoridade fiscal consiste na redução permanente da dívida/PIB em 10 pontos percentuais no horizonte de cinco anos. Para lograr essa redução, os autores simulam cenários nos quais diferentes combinações entre tributação e gasto público atuam em conjunto para alcançar o alvo.

Papageorgiou (2012) reúne as análises de mudanças na tributação, nos gastos públicos e na redução da dívida em seu estudo. Utilizando um modelo de crescimento neoclássico calibrado para a Grécia, avalia os efeitos sobre o estado estacionário, sobre o bem-estar e a trajetória de transição.

1.3 Estudos de política fiscal no Brasil

O problema fiscal contamina até mesmo a discussão da política monetária. A questão da dominância fiscal, que já apareceu em outros momentos da economia brasileira desde a década de 80, mais uma vez é resgatada com a situação fiscal e inflacionária atual. Sargent e Wallace (1981) apresentaram o problema da coordenação entre as políticas monetária e fiscal afirmando que em um regime de dominância monetária, a autoridade fiscal assume papel passivo, pois a autoridade monetária utiliza o instrumento de política (juros nominais) como julga necessário, ou seja, para o controle da inflação, não se preocupando com a monetização da dívida para estabilização da relação dívida/PIB. Essa estabilização está relacionada com a obtenção de superávits primários.

No caso da dominância fiscal, a autoridade fiscal é ativa e a realização de déficit primário não está ligado com a relação dívida/PIB. Assim, a autoridade monetária assume o papel passivo ao gerar as receitas de senhoriagem necessárias para o financiamento do setor público, não possuindo o controle sobre o nível de preços da economia. De maneira resumida, nesse caso, as condições fiscais se tornam determinantes da inflação, e não as condições monetárias.

A questão se o Brasil estaria ou não passando por uma situação de dominância fiscal ressurgiu devido à percepção atual do quadro de deterioração das contas públicas. Como explicado por Schymura (2015), a restrição orçamentária intertemporal do governo é uma condição de equilíbrio irrevogável, ou seja, toda dívida contraída pelo setor público será paga pelo fluxo futuro de superávits e quanto maior a dívida, maior o superávit necessário. Atualmente, o governo, que luta para reduzir seus déficits, precisaria gerar superávits

primários na ordem de 3% para estabilizar a relação dívida/PIB. Essa conjuntura pode sugerir o risco de dominância fiscal, mas o autor aponta a dificuldade de se fazer um teste empírico definitivo para a ocorrência de dominância fiscal, pois existe correlação entre a dívida e os superávits futuros esperados.

Apesar disso, existem estudos que testam a coordenação das políticas monetária e fiscal para a economia brasileira. Para o período pós Plano Real, utilizando duas metodologias distintas e por meio do teste de causalidade de Granger, Gadelha e Divino (2008) encontraram resultados que sugerem que a economia brasileira se encontrava sob-regime de dominância monetária segundo as definições de Sargent e Wallace (1981). Esse resultado também foi encontrado por Nunes e Portugal (2009) para o período de 2003 a 2008, estimando pelo método Bayesiano um modelo DSGE, em que o superávit primário e a taxa de juros nominal são os instrumentos de política econômica disponíveis. Um estudo mais recente, de D'abadia (2016), utilizou as equações decorrentes do modelo de Leeper (2005) para dados de 2011 a 2015 e constatou que no período analisado a política monetária foi passiva e a fiscal ativa, configurando dominância fiscal.

Dessa discussão, observamos a importância de manter a dívida em níveis sustentáveis. No que se refere à sustentabilidade da dívida pública, pode-se observar que tipicamente no Brasil os governos gastam e depois aumentam os impostos para reequilibrar o orçamento público e garantir a sustentabilidade. Esse resultado foi encontrado por Issler e Lima (1999) para dados de 1947 a 1992 e Issler e Bicalho (2011) para o período de 1997 a 2008. O estudo de Issler e Lima (1999), que usa dados para o período anterior ao Real, apresenta uma característica comum a outros tantos trabalhos realizados⁷ com dados para este período de alta inflação: que a sustentabilidade da dívida se baseava fortemente na senhoriagem e no imposto inflacionário. Entretanto, ambos os trabalhos concluem que, apesar da dívida se mostrar sustentável, os gastos do governo são exógenos fracos no longo prazo, o que significa que a política fiscal brasileira pode ser caracterizada como sendo do tipo *spend-and-tax*, ou seja, dado que a dívida é sustentável, para aumentos nos gastos, o reequilíbrio do orçamento é obtido via aumento de impostos.

Tourinho, Mercês e Costa (2013) utilizaram diversos testes de raiz unitária para também testar a sustentabilidade da dívida pública entre 1991 e 2009 e encontraram que nesse período a dívida foi sustentável. Além disso, com a técnica de construção de cenários utilizando um modelo DSGE calibrado para o Brasil, encontraram como resultado que se o

⁷ Pastore (1995) e Rocha (1997).

Governo fizesse um compromisso fiscal com a relação gasto público/PIB em 2010, os efeitos seriam: maior participação do setor privado na economia, redução da carga tributária e endividamento público (pois há menos necessidade de financiamento), queda da inflação (os gastos do governo deixam de pressionar a demanda agregada) e redução da taxa de juros (a autoridade monetária reduz sua atuação para tentar controlar a inflação).

Entretanto, mesmo que garanta a sustentabilidade da dívida, aumentos sucessivos de impostos para acomodar o aumento dos gastos públicos geram um efeito de longo prazo prejudicial para o crescimento. Essa dinâmica inibe o investimento privado, a ampliação da capacidade produtiva e o crescimento da economia. Ao prejudicar o crescimento da renda, o governo diminui a própria base de sua arrecadação. Uma alternativa para garantir a sustentabilidade da dívida seria a redução dos gastos públicos. O problema dessa política é que ela causa redução do crescimento no curto prazo. Por isso a importância de um modelo que possibilite avaliar os efeitos para dosar corretamente o ajuste.

Se a tentativa de redução da dívida pública pode prejudicar o crescimento, também se discute até que ponto o endividamento de um país pode afetar seu crescimento ou até mesmo se a dívida pública contribui para o crescimento. Para responder essas perguntas, Sangoi (2013) realizou um estudo empírico com 86 países e dados anuais de 1983 a 2013 no qual testou a hipótese de que a dívida pública possui relação negativa com o crescimento econômico. Além de confirmar a hipótese inicial, concluiu que um aumento de 10 p.p. na razão dívida/PIB, *ceteris paribus*, acarretaria em uma variação negativa média de aproximadamente 1 p.p. na taxa de crescimento do PIB per capita de certo país.⁸

⁸ Sangoi realizou essa análise por faixa de endividamento, dividindo os países em quatro grupos de acordo com sua razão dívida/PIB: (a) $\leq 30\%$, (b) $<30\%$ e $\leq 60\%$, (c) $<60\%$ e $\leq 90\%$ e (d) $>90\%$.

2. METODOLOGIA

Foi utilizado o referencial metodológico proposto por Papageorgiou (2012), que desenvolveu um modelo de equilíbrio geral aplicado para avaliar as implicações da política fiscal sobre os indicadores macroeconômicos que representam o estado da economia ao longo da sua trajetória. Também avalia, com o auxílio do modelo, o impacto destas políticas fiscais alternativas sobre indicadores de bem-estar. Ele estuda e calibra o seu modelo para a Grécia, mas, como veremos, o modelo pode ser aplicado a outros países, em particular, ao Brasil.

Os modelos de equilíbrio geral apresentam como vantagens serem construídos sobre sólidas bases microeconômicas e possibilitarem a análise da dinâmica da economia como um todo em resposta a políticas econômicas alternativas, capturando os efeitos diretos e indiretos. Por isso, os modelos de equilíbrio geral empiricamente baseados, podem ser utilizados para avaliar opções concretas de políticas, já que eles propiciam uma estrutura ideal para analisar os impactos de mudanças políticas sobre a alocação de recursos.

A estruturação do modelo e a calibração buscam retratar as principais características da economia que está sendo estudada em uma abordagem dinâmica de equilíbrio geral, na qual as interações entre as variáveis macroeconômicas são derivadas a partir das decisões ótimas dos diversos agentes na economia (famílias, firmas e governo) diante das diversas restrições da economia. Para isso, os parâmetros utilizados na calibração são obtidos de dados empíricos da economia. Uma vez que é possível computar o equilíbrio da economia e estudá-la, cria-se um laboratório no qual podemos responder perguntas bem definidas (Cooley, 1997).

O modelo escolhido se aplica ao Brasil sem grandes alterações (a não ser pela sua calibração) porque o problema que o país vem enfrentando recentemente em suas contas públicas se assemelha, apesar de em menor escala, ao problema fiscal que a Grécia enfrenta há vários anos. Logo, as motivações são as mesmas, tais quais o autor descreve:

“Nowadays⁹, Greece is facing a double challenge: on one hand, it has to achieve a sustained and sizable fiscal consolidation so as to restore public finance sustainability and market confidence. On the other hand, it is important for Greece, as well as for other countries trying to stabilize their public finances, to implement policy reforms that raise potential growth and thus help debt dynamics.”

⁹ O artigo foi escrito em 2010 e publicado em 2012.

Em suma, a partir da descrição completa de uma economia, estrutura-se o modelo com todos os setores considerados. As decisões dos agentes são tomadas de maneira ótima, de modo que, no contexto dinâmico, todos os setores estão em equilíbrio para todos os períodos do horizonte de tempo considerado. Logo, o equilíbrio dinâmico é descrito pelas equações dinâmicas obtidas a partir da resolução do modelo, ou seja, da otimização de cada setor dessa economia. O modelo é apresentado na próxima seção.

2.1 Descrição do modelo adotado

O modelo considera a existência dos seguintes agentes na economia: famílias, firmas e o Governo. Trata-se, portanto, de um modelo de economia fechada. A ausência do setor externo representa uma limitação do modelo sob o ponto de vista do balanço de capital, ao considerarmos sua aplicação para a Grécia e para o Brasil, já que ambos os países são profundamente dependentes de poupança externa. O Brasil ainda é uma economia bastante fechada sob a ótica do comércio internacional, pois as exportações representaram cerca de 11% do PIB em 2014, e sob esta ótica a adoção de um modelo de economia fechada não é tão limitativa.

As famílias são idênticas, consomem, trabalham, poupam sob a forma de títulos do governo e recebem lucros das firmas sob a forma de dividendos. As firmas também são idênticas e produzem um único produto nessa economia utilizando capital, trabalho e infraestrutura pública como insumos. Tanto as famílias, quanto as firmas, agem de forma competitiva. O governo tributa a renda do trabalho, do capital e o consumo privado. A receita do governo obtida com tributação e lançamento de títulos é utilizada para financiar seu consumo, investimento público e transferências (do tipo *lump-sum*). O consumo do governo fornece utilidade às famílias e as transferências aumentam a renda das famílias. O investimento público aumenta a infraestrutura pública. Não há incerteza.

As preferências das famílias quanto ao consumo e ao lazer são representadas por uma função utilidade intertemporal e o consumo do governo também entra na utilidade das famílias. Tomando os preços e variáveis de política como dados, cada família maximiza sua função utilidade sujeita à sua restrição orçamentária, às leis de formação do capital e condições iniciais do capital e dos títulos públicos. A função utilidade tem uma forma isoelástica agregadora do consumo privado e público, onde C_t representa o consumo privado,

$\bar{G}_t^c$ é o consumo público médio (por família), L_t é o lazer, $\vartheta \in [-1,1]$ é um parâmetro de preferência que mede a substituição entre o consumo privado e o público, $\gamma \in (0,1)$ é um parâmetro que indica a preferência relativa do consumo sobre o lazer, $\beta^t \in (0,1)$ é o fator de desconto intertemporal e $\sigma \geq 0$ é uma medida de aversão ao risco:

$$\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left(\frac{[(C_t + \vartheta \bar{G}_t^c)^\gamma (L_t)^{1-\gamma}]^{1-\sigma}}{1-\sigma} \right) \quad (14)$$

É importante ressaltar a natureza do gasto de consumo do governo, tal qual descrito em Barro (1981):

“The government is viewed as utilizing its commodity purchases at each date, G_t , to provide a contemporaneous flow of public services to the private sector. These services are treated as provided free of charge to household/producers. [...] is modeled as a direct conveyer of utility to households. Examples which do not encompass the traditional roles of government include parks, libraries, school lunch programs, (subsidized) hospitals, and, possibly, highway and transportation programs. [...] An important feature of these forms of public services is the possibility of close substitution with private consumer spending.”

Logo, a taxa de substituição marginal constante implica que uma unidade de bens e serviços públicos produz a mesma utilidade que ϑ unidades de consumo privado.

Em uma economia sem incerteza, o parâmetro de aversão ao risco traduz a disposição das famílias a suavizar o consumo ao longo do tempo. Para um σ alto, diante de qualquer choque positivo ou negativo sobre a renda, o consumidor tende a suavizar o consumo. Em ambos os casos, o resultado é um fluxo de consumo menos volátil do que o caso de uma família com σ baixo. Além disso, em cada período, a família escolhe entre lazer e trabalho de acordo com a dotação de horas que possui: $L_t + H_t = 1$. A restrição orçamentária de cada família é:

$$(1 + \tau_t^c)C_t + I_t + D_t = (1 - \tau_t^l)w_t Z_t H_t + (1 - \tau_t^k)(r_t^k K_t + \Pi_t) + r_t^b B_t + G_t^{tr} + \tau_t^k \delta^p K_t \quad (15)$$

O lado direito da expressão representa as possibilidades de alocação da renda família: consumo (incluindo a tributação específica τ_t^c), poupança sob a forma de capital físico, I_t , e sob a forma de título do governo, D_t . O lado direito representa as fontes de rendimento das famílias: renda do trabalho (descontado o imposto específico τ_t^l), renda do capital físico mais participação no lucro das firmas distribuídos em forma de dividendos, $r_t^k K_t$ e Π_t (descontados também por um imposto específico, τ_t^k), rendimento dos títulos públicos, $r_t^b B_t$, transferências do governo, G_t^{tr} , e uma espécie de subsídio para a depreciação do capital físico, $\tau_t^k \delta^p K_t$.

Para obter as condições de primeira ordem do problema de maximização de utilidade das famílias, dados os preços e variáveis políticas, além da restrição (15), utiliza-se a lei de formação do capital privado e a dos títulos públicos além da condição de transversalidade dos ativos, que garantem que em um horizonte de tempo infinito, não poderá haver acumulação dos ativos.

Cada firma dessa economia produz um único bem, homogêneo, que emprega em sua produção capital privado, trabalho e capital público. Tomando como dados as variáveis políticas – inclusive a parcela de capital público empregada na produção – e os preços, obtêm-se as condições de primeira ordem quando as firmas maximizam seu lucro sujeito à sua tecnologia, dada por:

$$Y_t = (K_t)^{a_1} (Z_t H_t)^{a_2} (\bar{K}_t^g)^{a_3} \quad (16)$$

onde K_t é o capital privado empregado na produção do bem Y_t , H_t é o trabalho e Z_t é a tecnologia¹⁰ e $\bar{K}_t^g$ é o capital público médio por firma. Os parâmetros a_1, a_2, a_3 são as elasticidades do produto em relação ao capital privado, ao trabalho e ao capital público, respectivamente. Seguindo Lansing (1998), assumimos que a função de produção tem retornos constantes de escala nos três fatores, ou seja, $a_1 + a_2 + a_3 = 1$.

A restrição orçamentária intertemporal do governo é construída a partir da restrição orçamentária do período t e da condição de transversalidade:

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \left(\prod_{j=1}^T (1 + r_j^b)^{-1} \right) B_{T+1} = 0 \quad (17)$$

Essa condição é crucial, pois é o que garante a sustentabilidade da dívida pública, ou simplesmente que o governo não pode se endividar permanentemente. Essa restrição exige que o valor presente da receita com tributação corrente e futura tem que igualar o valor presente dos gastos correntes e futuros do governo mais o pagamento de juros da dívida inicial. A condição de transversalidade permite obter uma solução que não leva a uma trajetória explosiva da dívida e dos juros. Restrição orçamentária intertemporal do governo:

$$\sum_{t=0}^{\infty} \left\{ \prod_{j=1}^t (1 + r_j^b)^{-1} \right\} (G_t^c + G_t^{tr} + G_t^i) + (1 + r_0^b) B_0$$

¹⁰ O progresso tecnológico é neutro no sentido de Harrod e cresce de acordo com a expressão $Z_{t+1} = \gamma_z Z_t$, onde $\gamma_z > 1$ e $Z_0 > 0$ é dado.

$$= \sum_{t=0}^{\infty} \left\{ \prod_{j=1}^t (1+r_j^b)^{-1} \right\} \{ \tau_t^c C_t + \tau_t^l w_t Z_t H_t + \tau_t^k [(r_t^k - \delta^p) K_t + \Pi_t] \} \quad (18)$$

Transformando as variáveis para unidades de trabalho efetivo e resolvendo o problema, o equilíbrio geral da economia é obtido quando as famílias maximizam a utilidade, as firmas maximizam o lucro, todos os mercados estão em equilíbrio e todas as condições são satisfeitas para cada instante de tempo. São então geradas as equações de equilíbrio dinâmico da economia, que compõe o seguinte sistema dinâmico de 1ª ordem composto de 8 equações e 8 variáveis (trajetórias) e envolvendo 15 parâmetros:

$$\frac{(c_t + g_t^c)}{y_t} = a_2 \frac{(1 - \tau_t^l)}{(1 + \tau_t^c)} \frac{\gamma}{(1 - \gamma)} \frac{1 - h_t}{h_t} \quad (19)$$

$$\begin{aligned} & \frac{\gamma_z [(c_{t+1} + g_{t+1}^c)^\gamma (1 - h_t)^{(1-\gamma)}]^{1-\sigma}}{(1 + \tau_t^c)(c_t + g_t^c)} \\ &= \beta \left[\frac{[(c_{t+1} + g_{t+1}^c)^\gamma (1 - h_{t+1})^{(1-\gamma)}]^{1-\sigma}}{(1 + \tau_{t+1}^c)(c_{t+1} + g_{t+1}^c)} \left((1 - \tau_{t+1}^k) \left(a_1 \frac{y_{t+1}}{k_{t+1}} - \delta^p \right) + 1 \right) \right] \end{aligned} \quad (20)$$

$$r_{t+1}^b = (1 - \tau_{t+1}^k) \left(a_1 \frac{y_{t+1}}{k_{t+1}} - \delta^p \right) \quad (21)$$

$$\gamma_n \gamma_z k_{t+1} = (1 - \delta^p) k_t + i_t \quad (22)$$

$$\gamma_n \gamma_z k_{t+1}^g = (1 - \delta^p) k_t^g + g_t^i \quad (23)$$

$$y_t = (k_t)^{a_1} (h_t)^{a_2} (k_t^g)^{a_3} \quad (24)$$

$$y_t = c_t + i_t + g_t^c + g_t^i \quad (25)$$

$$\begin{aligned} & \gamma_n \gamma_z b_{t+1} + \tau_t^c c_t + [\tau_t^l a_2 + \tau_t^k (a_1 + a_3)] y_t - \tau_t^k \delta^p k_t = \\ & (1 + r_t^b) b_t + g_t^c + g_t^i + g_t^{tr} \end{aligned} \quad (26)$$

As variáveis endógenas do modelo são: $y_t, c_t, i_t, h_t, k_{t+1}, k_{t+1}^g, r_t^b, b_{t+1}$. Respectivamente: produto, consumo privado, investimento privado, horas trabalhadas, o estoque de capital privado, o estoque de capital público, a taxa de retorno real dos títulos públicos e o nível da dívida pública. Os instrumentos de política fiscal são: $\tau_t^c, \tau_t^l, \tau_t^k, g_t^c, g_t^{tr}$,

g_t^i . Respectivamente: imposto sobre consumo, sobre renda do trabalho e sobre renda do capital, gasto do governo com consumo, transferências e investimento.

Esse é o sistema que permitirá o estudo da trajetória da economia de um equilíbrio estacionário para um novo equilíbrio após mudanças na política fiscal. Essa abordagem será amplamente discutida no capítulo 5.

A solução de longo prazo (estado estacionário) é calculada quando para qualquer variável endógena assumimos que $x_{t-1}=x_t=x_{t+1}=x$, para todo t , onde x é o valor de longo prazo. Transformando o sistema dinâmico em um sistema estacionário, obtêm-se as seguintes equações:

$$\frac{k}{y} = \frac{\beta a_1 (1 - \tau^k)}{\gamma_z + \beta [(1 - \tau^k) \delta^p - 1]} \quad (27)$$

$$\frac{i}{y} = [\gamma_n \gamma_z - (1 - \delta^p)] \frac{k}{y} \quad (28)$$

$$r^b = (1 - \tau^k) \left(a_1 \frac{y}{k} - \delta^p \right) \quad (29)$$

$$\frac{c}{y} = 1 - \frac{i}{y} - \frac{g^c}{y} - \frac{g^i}{y} \quad (30)$$

$$h = \frac{a_2 \left(\frac{\gamma}{1 - \gamma} \right) \left(\frac{1 - h}{h} \right)}{\frac{c + \theta g^c}{y} + a_2 \left(\frac{\gamma}{1 - \gamma} \right) \left(\frac{1 - h}{h} \right)} \quad (31)$$

$$\frac{k^g}{y} = \frac{(g^i / y)}{\gamma_n \gamma_z - (1 - \delta^p)} \quad (32)$$

$$y = (k)^{a_1} (h)^{a_2} (k^g)^{a_3} \quad (33)$$

$$\frac{g^c}{y} + \frac{g^{tr}}{y} + \frac{g^i}{y} = \frac{b}{y} [\gamma_n \gamma_z - (1 - r^b)] + \tau^c \frac{c}{y} + \tau^c \frac{c}{y} + \tau^l a_2 + \tau^k (a_1 + a_3) \quad (34)$$

Esse segundo sistema será utilizado para estudar o equilíbrio estacionário de longo prazo da economia após mudanças na política fiscal.

A análise dos efeitos sobre o bem-estar da economia é realizada seguindo a metodologia de Lucas (1990) ao calcular o subsídio ao consumo necessário para que o indivíduo fique indiferente entre a situação pré e pós-mudanças de política fiscal. Seja V_0 a utilidade intertemporal descontada no equilíbrio estacionário inicial e V^* a utilidade após as mudanças de política fiscal. A expressão abaixo calcula a mudança percentual permanente no consumo privado que faz com que as famílias fiquem indiferentes entre V_0 e V^* :

$$\zeta = \left(\frac{V^*}{V_0} \right)^{\frac{1}{\gamma(1-\sigma)}} - 1 \quad (35)$$

Se $\zeta > 0$, há ganho de bem-estar, caso $\zeta < 0$, há perda de bem-estar da mudança na política fiscal adotada.

Ao estudar os efeitos macroeconômicos de mudanças na política fiscal, podemos analisá-los sob duas diferentes perspectivas: a mudança do estado estacionário e a trajetória até este novo estado estacionário. O primeiro enfoque compara a mesma economia em equilíbrios diferentes, ou seja, o estado estacionário ‘base’ e um novo estado estacionário, depois de alguma mudança na política fiscal, sem levar em consideração de que maneira essa economia chegou ao novo equilíbrio de longo prazo. Já o segundo enfoque trata justamente da trajetória entre dois diferentes equilíbrios da economia, ou seja, o que ocorreu no curto e médio prazo para que a economia chegasse ao novo estado estacionário.

Para o cálculo do estado estacionário é preciso obter os parâmetros da economia que se pretende estudar e isso é feito através da etapa de calibração dos parâmetros. Por isso, mais adiante, faremos a discussão sobre a calibração dos parâmetros para a economia grega.

2.2 Implementação do modelo

O modelo descrito na seção anterior foi resolvido numericamente a partir de sua representação em um programa de modelagem de sistemas de equações algébricas. Isto permite simular qualquer economia que se comporte de acordo com aquela especificação, bastando para isto fazer a distinção entre elas através do conjunto de parâmetros adotados.

Uma das contribuições desta dissertação é o desenvolvimento do modelo na linguagem de programação do programa GAMS e sua solução numérica através da rotina PATH, parte integrante dela. Não se solicitou do autor os programas utilizados por ele para fazer os cálculos reportados em seu artigo.

A implementação foi exaustivamente testada comparando os resultados do modelo desta dissertação com os do autor, sendo as diferenças encontradas atribuídas às diferenças nas metodologias de solução numérica, conforme discutido adiante. De um modo geral, a solução aqui reportada é mais precisa do que a de Papageorgiou (2012), pois ele se utilizou de linearizações sucessivas do sistema de equações descrito na seção anterior, enquanto aqui as equações são resolvidas pelo sistema numérico na sua forma não linear original.

2.3 Calibração

Fizemos primeiro a calibração do modelo para a economia da Grécia, para testar a programação do modelo. A calibração para o Brasil foi feita de modo similar, como descrito mais adiante.

Os dados para calibração do modelo para a economia grega se referem ao período entre 1970 e 2008, e a maior parte dos dados foi obtida do *OECD Economic Outlook no. 87*. O Quadro 1 resume os parâmetros calibrados e os valores médios dos dados das variáveis de política fiscal.

A participação do trabalho na produção, a_2 , foi calculada a partir dos dados da remuneração total dos trabalhadores empregados e adicionando também uma remuneração estimada para o trabalhador autônomo. Dessa maneira, a parcela do trabalho na renda é 0,5715. Para a parcela do capital público na renda, seguindo Baxter e King (1993), utilizou-se a razão investimento público/PIB médio obtida nos dados, então $a_3 = g^i/y = 0,03$. A parcela da renda pertencente ao capital é então calibrada como $a_1 = 1 - a_2 - a_3 = 0,3985$.

A taxa de crescimento da população, γ_n , igual a 1,0066, é computada a partir de dados populacionais. A taxa de crescimento do progresso tecnológico, γ_z , é definida em 1,02, que é a taxa de crescimento média anual do PIB per capita nos Estados Unidos (ver Kehoe e Prescott (2002)). Já o nível inicial de progresso tecnológico, Z_0 , é normalizado em 1, pois é apenas um parâmetro de escala (ver King e Rebelo (1999)).

As taxas de depreciação do capital físico, privado, δ^p , e público, δ^g , foram calibradas seguindo a abordagem de Conesa et al. (2007). Seus valores são, respectivamente, 0,039 e 0,0257.

O parâmetro de curvatura da função utilidade, σ , foi definido com 2, assim como na maioria dos estudos. Já o parâmetro de preferência ϑ , que mede a substituição entre consumo privado e público na função utilidade, foi definido como 0,1, seguindo Baier e Glomm (2001).

O parâmetro de preferência γ , que mede o peso do consumo na função utilidade (em detrimento do lazer), foi calibrado a partir da equação (31), consistente com uma alocação de horas trabalhadas de 23,53% do total da dotação de tempo. Esse é o valor médio de horas de trabalho per capita obtidas dos dados.

Quadro 1 - Parâmetros da calibração para a Grécia

Símbolo	Descrição	Valor	Observações
a_2	Elasticidade do trabalho na produção	0.5715	Média dos dados
a_3	Elasticidade do capital público na produção	0.030	Calibrado = g^i/y
a_1	Elasticidade do capital privado na produção	0,3985	$1 - a_2 - a_3$
γ_n	Taxa de crescimento da população	1,0066	Média dos dados
γ_z	Taxa de crescimento do processo tecnológico	1,02	Estabelecido
δ^p	Depreciação do capital privado	0,039	Calibrado
δ^g	Depreciação do capital público	0,0257	Calibrado
Z_0	Nível inicial do processo tecnológico	1	Estabelecido
σ	Parâmetro de curvatura da função utilidade	2	Estabelecido
ϑ	Parâmetro de substituição entre consumo privado e público na utilidade	0,1	Estabelecido
γ	Peso do consumo na função utilidade	0,3865	Calibrado
i/y	Razão investimento privado/produto	0,1884	Média dos dados.
k/y	Razão capital/produto	2,8662	Calibrado
β	Fator de desconto temporal	0,9463	Calibrado
g^c/y	Razão consumo do governo/produto	0,1476	Média dos dados
g^i/y	Razão investimento do governo/produto	0,030	Média dos dados
τ^c	Tributação sobre consumo	0,1613	Média dos dados
τ^l	Tributação sobre renda do trabalho	0,2819	Média dos dados
τ^k	Tributação sobre renda do capital	0,2213	Média dos dados

Fonte: PAPAGEORGIOU, 2012.

Dado o valor da razão investimento privado/produto, i/y , igual a 0,1884, a razão capital produto, k/y , foi calibrada por meio da equação (28). O valor encontrado foi 2,8662. O fator de desconto temporal, β , foi calibrado através da equação (27), versão no estado estacionário da equação de Euler. O valor obtido foi 0,9463.

A razão consumo do governo sobre produto, igual a 0,1476, é a média obtida dos dados. Os instrumentos de tributação, $\tau^c = 0,1613$, $\tau^k = 0,2213$ e $\tau^l = 0,2819$, foram obtidos de dados do período 1990-2008. Esse subperíodo foi escolhido para capturar tendências mais recentes na tributação grega, em especial a tendência ascendente das tributações sobre a renda do trabalho e do capital. Com todos os parâmetros listados, a próxima etapa é o cálculo do estado estacionário.

2.4 Estado estacionário e transição

O cálculo da solução de longo prazo é feito com o sistema formado pelas equações 27 a 34 e consistiu na substituição dos parâmetros da economia grega, apresentados na seção anterior. Diferente do artigo de Papageorgiou, que obteve os parâmetros β_{ey} de maneira recursiva, fizemos o cálculo exato desses parâmetros no GAMS para garantir que os valores calibrados fossem condizentes com o estado estacionário da economia. Os valores encontrados para os parâmetros foram os mesmos que os do autor.

Para obtermos uma solução exata, utilizamos o sistema GAMS, um sistema de modelagem para otimização matemática que permite modelar e resolver sistemas lineares e não lineares. A vantagem desse sistema é que permite a construção de modelos complexos que podem ser adaptados a novos casos.

De posse de todos os parâmetros calibrados, seguindo os passos do autor, mantivemos a razão dívida sobre o PIB (b/y) em 0,8646 para o cálculo do estado estacionário. Essa razão foi definida exogenamente para, segundo o autor, captar o fato de que essa média da dívida grega é maior do que a média da União Europeia no mesmo período (1985-2008). As alíquotas dos tributos foram definidas como a média dos dados, bem como as razões consumo do governo e investimento público sobre PIB. Então, para manter o orçamento do governo equilibrado, a razão transferências sobre PIB (g^{tr}/y) foi definida residualmente (vide equação

34). Com isso, a razão g^{tr}/y obtida pela solução de longo prazo ficou em 0,1116, que reflete um valor menor do que a média do período, 0,1646.

Neste sistema de equações que utilizamos para caracterizar o estado estacionário da economia, a equação 34 é fundamental, pois carrega um significado teórico importante: a lei de Walras. Essa equação é obtida a partir da restrição orçamentária das famílias (equação 15). Sabemos pela lei de Walras, que em uma economia com N mercados, se $N-1$ mercados estão em equilíbrio, garantimos que o N -ésimo mercado também estará, caracterizando o equilíbrio geral da economia. Por isso, a equação 34, que garante o equilíbrio orçamentário das famílias, também garante o do governo.

O resultado da solução de longo prazo das demais variáveis endógenas e a comparação com seu valor médio do período analisado é exibido na Tabela 1. Os valores que encontramos são equivalentes aos do autor. Esses valores se mostram um ponto de partida razoável para os experimentos de política fiscal descritos na próxima seção, pois estão em linha com os dados observados.

Tabela 1 - Grécia: solução de longo prazo e média dos dados

Variável	Descrição	Solução de longo prazo	Média observada
c/y	Razão consumo privado/produto	0,6340	0,7088
h	Horas trabalhadas	0,2555	0,2353
k/y	Razão capital privado/produto	2,8662	2,4691
k^g/y	Razão capital público/produto	0,5722	0,4201
r^b	Retorno real dos títulos públicos	0,0779	0,044
b/y	Razão dívida/produto	0,8646	0,6212
g^{tr}/y	Razão transferências do governo/produto	0,1116	0,1646

Fonte: A autora, 2016; PAPAGEORGIOU, 2012.

A solução dos experimentos de política fiscal envolve não só o cálculo do novo estado estacionário após a mudança da política como também a dinâmica de transição entre esses dois equilíbrios estacionários. Para isso, novamente recorreremos ao *GAMS* para a solução do sistema dinâmico formado pelas equações 19 a 26. Partindo do equilíbrio base, ele calcula a solução dinâmica do sistema para o experimento proposto, garantindo que em todos os períodos ele está em equilíbrio e proporcionando uma solução exata para esse tipo de problema.

A maior parte dos modelos de equilíbrio geral dinâmico é resolvida e analisada em sua versão linearizada em torno do estado estacionário e é normalmente utilizada para analisar perturbações em torno desse ponto de equilíbrio. Isso implica que as simulações feitas com esses modelos são válidas somente para perturbações de pequena magnitude, que não causem desvios relevantes em relação ao ponto de aproximação. Esse tipo de solução é bastante utilizada na literatura¹¹ e foi a escolhida por Papageorgiou para obter a solução do sistema de equações dinâmicas obtidas do modelo.

Entretanto, ao modificar os parâmetros que representam os instrumentos fiscais da economia, com os quais é possível fazer política fiscal, o estado estacionário é modificado. Como aponta Leeper e Yang (2008), existe uma preocupação com a qualidade da aproximação de primeira ordem quando o novo equilíbrio não está próximo do estado estacionário original. Por isso, optamos por resolver o sistema numericamente, por meio do sistema *GAMS*, para obtermos uma solução exata. Além disso, a solução de um sistema com tantas equações, tanto na versão estacionária quanto na dinâmica, não é um problema trivial.

2.5 Efeitos no equilíbrio geral de reformas no mix gasto-tributação

Para observar os efeitos de longo prazo depois de mudanças de política fiscal dessa economia, diversos experimentos foram realizados. Em cada experimento, é feita uma mudança em algum dos parâmetros (ou variáveis) de política fiscal. Mas ao modificar um parâmetro, o governo precisa garantir que sua restrição orçamentária intertemporal esteja em equilíbrio. Para isso, o autor propõe que o governo escolha outro parâmetro de política fiscal que se ajuste livremente para assegurar que a restrição intertemporal do governo continue valendo. Nos experimentos realizados, somente um instrumento de política fiscal será modificado e somente um será usado para o ajuste da restrição orçamentária do governo. Essa abordagem é usual na literatura pois assim é possível entender de onde vêm os resultados.

Para as reformas na tributação, supondo a economia em equilíbrio (o estado estacionário calculado anteriormente é o ponto de partida), em $t=0$ o governo se compromete com uma política fiscal expansiva permanente e não antecipada que reduz um dos impostos praticados nessa economia ($\tau_t^c, \tau_t^l, \tau_t^k$), mas que deve ser compensada por uma mudança

¹¹ Por exemplo: Baxter e King (1993), Ardagna (2001), Leeper e Yang (2008), Uhlig (2010), entre tantos outros.

permanente em outro imposto, ou nas transferências lump-sum (g_t^{tr}), para garantir o equilíbrio orçamentário intertemporal do governo.

A redução na alíquota do tributo segue a seguinte regra: a receita proveniente do tributo deve ser reduzida no montante de 1% do PIB do estado estacionário base. Papageorgiou (2012) analisa a redução nominal de 1% na tarifa dos tributos. Neste trabalho, optamos pela redução da receita do governo, pois assim tornamos todos os experimentos comparáveis.

Já nas reformas de política fiscal relacionadas às mudanças no gasto público, supomos que a economia esteja no estado estacionário base e em $t=0$ o governo se compromete com uma política fiscal expansiva permanente e não antecipada que aumenta um instrumento de gasto (g_t^c, g_t^l), e é compensada por uma mudança permanente em um imposto distorcivo ($\tau_t^c, \tau_t^l, \tau_t^k$) ou nas transferências lump-sum, para garantir o equilíbrio orçamentário intertemporal do governo. A cada experimento, o instrumento de gasto escolhido aumenta em 1% do PIB do estado estacionário base. Listamos no quadro 2 cada um dos experimentos conduzidos.

Quadro 2 - Experimentos de mudança no mix gasto-tributação

Mudança de política adotada pelo governo (permanente e não antecipada)	Instrumento de ajustemodificado (permanente)
A receita de τ^l é reduzida no montante de 1% do PIB do estado estacionário base	Redução de g^{tr}
	Aumento de τ^c
	Aumento de τ^k
A receita de τ^k é reduzida no montante de 1% do PIB do estado estacionário base	Redução de g^{tr}
	Aumento de τ^c
	Aumento de τ^l
A receita de τ^c é reduzida no montante de 1% do PIB do estado estacionário base	Redução de g^{tr}
	Aumento de τ^l
	Aumento de τ^k
Aumento de g^c no montante de 1% do PIB do estado estacionário base	Redução de g^{tr}
	Aumento de τ^c
	Aumento de τ^l
Aumento de g^l no montante de 1% do PIB do estado estacionário base	Aumento de τ^k
	Redução de g^{tr}
	Aumento de τ^c
	Aumento de τ^l
	Aumento e τ^k

Fonte: A autora, 2016.

3. RESULTADOS PARA A GRÉCIA

A Tabela 2 mostra os resultados quantitativos da comparação entre os dois estados estacionários distintos: antes da mudança de política fiscal e após a implementação da nova política. A variável de ajuste é obtida como solução do sistema de longo prazo. Os números na tabela representam a mudança percentual de cada variável, exceto para as alíquotas dos impostos e para a razão déficit público sobre produto, que representam a variação em pontos percentuais. Cada linha da tabela corresponde a uma variável macroeconômica; e, cada coluna a um dos experimentos do Quadro 2. As variáveis analisadas em cada linha são: produto (y), consumo privado (c), horas trabalhadas (h), investimento privado (i), capital privado (k), salários (w), taxa de juros sobre capital privado (r_k), razão déficit primário/PIB (d/y), razão dívida/PIB (b/y), o instrumento fiscal usado para o ajuste e, por último, a medida de bem-estar (ζ).

A Tabela 5 reproduz os resultados de Papageorgiou (2012) para fins de comparação (APÊNDICE A). Observamos que para os experimentos cuja política consiste na redução de um imposto distorcivo, os resultados diferem devido ao fato de termos procedido de maneira diferente na aplicação da política de redução dos tributos. Enquanto aquele autor aplica uma redução nominal de 1% da tarifa do imposto, aplicamos uma redução de 1% da receita do tributo no estado estacionário para permitir a comparação entre as várias alternativas de política, que seria impossível na hipótese do exercício feito por ele, uma vez que o choque de 1% nas diferentes tarifas corresponderia a choques fiscais distintos.

No entanto, a diferença fundamental entre as tabelas 2 e 5 reside na metodologia empregada para geração dos resultados. A Tabela 2 apresenta os resultados de um modelo próprio para o longo prazo, ou seja, a solução de um sistema do estado estacionário. Já a Tabela 5 obtém os resultados de longo prazo a partir da linearização do sistema dinâmico, logo, consiste em tendências de longo prazo.

Verifica-se, portanto, que a solução de longo prazo pode ser obtida diretamente do modelo de longo prazo, construído a partir das equações 27 a 34 e que simula todos os experimentos de política fiscal apresentados no Quadro 2. Outra diferença que podemos apontar é que na Tabela 2, a razão dívida/PIB foi mantida constante. Ao realizarmos os experimentos do Quadro 2, mantida a dívida inalterada (não havendo diferença na dívida entre os equilíbrios pré e pós reforma) conseguimos observar o *trade-off* entre cada um desses

experimentos, ou seja, quais políticas fiscais expansivas conseguem ter um efeito positivo no longo prazo sobre a atividade econômica e o bem-estar da economia.

Utilizando agora o sistema de equações dinâmicas (equações 19 a 26) construímos um modelo dinâmico capaz de simular a economia para N períodos. A partir desse modelo, podemos obter as trajetórias dinâmicas das variáveis endógenas entre o equilíbrio antes de uma mudança na política fiscal até o novo equilíbrio estacionário associado à reforma implementada. Novamente fizemos os experimentos de política fiscal do Quadro 2, lembrando que as mudanças fiscais são implementadas em $t=0$ de maneira permanente e não antecipada. Simulamos a economia para 200 períodos e as Figuras 2 e 3 mostram as trajetórias das variáveis (APÊNDICE B). A primeira, das mudanças na tributação (políticas de redução de τ^l , τ^k e τ^c) e, a segunda, das mudanças no gasto (políticas de aumento de g^c e g^l). Os códigos dos programas de solução do sistema de longo prazo e de solução do sistema dinâmico estão disponíveis no APÊNDICE C.

Tabela 2 - Grécia: efeitos de longo prazo de mudanças no mix gasto-tributação (em %)

Política →	redução de τ^l			redução de τ^k			redução de τ^c			aumento de g^c				aumento de g^i			
Instrumento de ajuste →	g^{tr}	τ^c	τ^k	g^{tr}	τ^c	τ^l	g^{tr}	τ^l	τ^k	g^{tr}	τ^c	τ^l	τ^k	g^{tr}	τ^c	τ^l	τ^k
Variável																	
y	1,455	0,859	-1,077	1,695	1,266	0,618	0,824	-1,259	-2,709	0,833	-0,157	-1,736	3,608	2,153	1,618	0,827	-0,084
c	1,863	1,099	-0,383	1,476	0,930	0,104	1,055	-1,612	-2,092	-0,510	-1,778	-3,800	-4,469	1,179	0,507	-0,519	-0,796
h	1,532	0,904	1,271	0,186	-0,259	-0,932	0,868	-1,325	0,512	0,877	-0,165	-1,827	0,470	0,735	0,190	-0,642	0,520
i	1,455	0,859	-4,426	4,032	3,593	2,930	0,824	-1,259	-7,341	0,833	-0,157	-1,736	-9,420	2,153	1,628	0,827	-3,072
k	1,455	0,859	-4,426	4,032	3,593	2,930	0,824	-1,259	-7,341	0,833	-0,157	-1,736	-9,420	1,153	1,628	0,827	-3,072
w	-0,076	-0,045	-2,318	1,507	1,530	1,564	-0,043	0,067	-3,205	-0,044	0,008	0,092	-4,059	1,408	1,436	1,478	-0,601
rk	0	0	3,505	-2,246	-2,246	-2,246	0	0	4,999	0	0	0	6,416	0	0	0	3,083
d/y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
b/y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Instrumento fiscal	-4,945	1,148	3,617	-3,508	0,819	-2,509	-6,705	2,453	5,058	-8,030	1,945	3,051	6,376	-4,727	1,010	1,559	3,199
ζ	0,972	0,577	-1,063	1,340	1,051	0,610	0,554	-0,864	-2,317	-0,820	-1,495	-2,598	-4,458	0,748	0,391	-0,159	-1,059

Nota: Os dados são dados como desvios percentuais do equilíbrio pré-reforma para todas as variáveis exceto o déficit primário sobre produto e as taxas de tributação, que estão em pontos percentuais. Uma mudança positiva na razão déficit primário/produto significa que o resultado primário se deteriorou em comparação ao equilíbrio pré-reforma. Fonte: A AUTORA, 2016.

3.1 Mudanças no mix da tributação

Vamos considerar primeiramente o caso no qual uma redução permanente em cada taxa de imposto distorcivo é ajustada por uma redução permanente das transferências lump-sum. Esses experimentos são apresentados na primeira coluna da Figura 2 e ajudam a entender os efeitos sobre o equilíbrio geral de cada imposto distorcivo relativamente a uma base não-distorciva (APÊNDICE B).

Analisando o gráfico (1,1), onde os números do par fazem referência à posição da linha e coluna respectivamente, a redução de qualquer um dos três tipos de impostos produz uma expansão do produto ao longo da trajetória e no novo estado estacionário. O imposto sobre o capital produz o maior efeito positivo sobre o produto, seguido do imposto sobre trabalho. O efeito no longo prazo é um aumento de 1,7% e 1,46%, respectivamente. A redução do imposto sobre o capital tem um efeito significativo sobre o capital privado da economia devido ao aumento do retorno (depois dos impostos) do investimento, fomentando assim o crescimento do produto. O imposto sobre trabalho tem o maior efeito positivo sobre o consumo privado e as horas trabalhadas. Sua redução aumenta o retorno (depois de impostos) do trabalho, levando as famílias a aumentar a oferta de trabalho e o consumo. Os efeitos da redução do imposto sobre o consumo seguem os mesmos canais de transmissão do imposto sobre trabalho, pois ambos afetam a decisão consumo-lazer. A diferença é que no caso do imposto sobre o consumo não há efeitos diretos nos retornos dos fatores produtivos.

Mudando o enfoque para os experimentos onde a redução de um imposto distorcivo é financiada pelo aumento de outro (colunas 2, 3 e 4), o maior aumento do produto no curto e no longo prazo (1,27 %) acontece quando se reduz o imposto sobre capital compensando com o aumento do imposto sobre o consumo (gráfico (1,2)), que faz com que as famílias ofertem menos horas de trabalho (gráfico (3,2)).

As políticas que reduzem o imposto sobre o consumo levam a um produto menor no curto e longo prazo (em comparação com a situação anterior), independente do imposto utilizado para garantir a solvência fiscal. Quanto aos efeitos nas finanças públicas, quando o imposto sobre o consumo é utilizado para o ajuste frente a redução dos outros impostos distorcivos, no curto prazo há um aumento do déficit primário com relação ao produto (gráfico (4,2)). Logo, o imposto sobre o consumo não é capaz de compensar a perda de arrecadação dos impostos sobre capital e trabalho nos primeiros anos da mudança tributária.

No longo prazo, há um aumento da relação dívida/PIB em ambos os casos, porém, mais significativa com o imposto sobre capital (gráfico (5,2)).

Levando em consideração os efeitos sobre o bem-estar da economia, pela Tabela 2 vemos que a redução de qualquer uma das tarifas de imposto financiadas por meio de redução das transferências, leva a um ganho de bem-estar: entre 0,554% e 1,34%. Se a reforma só envolver mudanças nos impostos distorcivos, a que promove o maior aumento no bem-estar é a redução do imposto sobre o capital compensada pelo aumento do imposto sobre o consumo (1,051%).

3.2 Mudanças no mix de gasto e tributação

Consideremos os experimentos no qual um aumento permanente de um dos gastos públicos (consumo ou investimento) é compensado pela redução permanente das transferências *lump-sum* (coluna 1 da Figura 3, APÊNDICE B). Ambos os experimentos resultam em um produto maior ao longo da trajetória e no longo prazo. Mais especificamente, o aumento do gasto de consumo do governo acaba por drenar recursos da economia, que acarreta em um consumo privado menor.

O aumento das horas trabalhadas aumenta o produto marginal do capital privado e o investimento, levando a uma acumulação maior de capital privado que combinado com o aumento das horas trabalhadas, gera o aumento do produto. O efeito sobre o bem-estar, mostrado na Tabela 2, é negativo. Já o aumento do gasto público com investimento também esgota os recursos da economia, mas como há um aumento do capital público (infraestrutura), o produto marginal dos insumos privados (capital e trabalho) cresce. O resultado nesse caso é um consumo privado maior do médio ao longo prazo. Há um efeito positivo sobre o bem-estar.

Considerando os efeitos do aumento nos gastos públicos financiado por um aumento dos impostos distorcivos (colunas 2, 3 e 4 da Figura 3, APÊNDICE B), quando o governo aumenta o gasto com consumo, independente do imposto que utilize como ajuste, há redução no curto e no longo prazo do produto, consumo e capital privados e bem-estar. Nesse caso, os efeitos adversos sobre a oferta de trabalho e o capital privado (induzido por um aumento considerável da taxa de juros) prevalecem. Esse resultado pode sugerir que uma política fiscal contracionista sobre o consumo do governo pode ter resultados expansivos na economia.

No caso do aumento do gasto com investimento público, os resultados diferem bastante. Quando o ajuste é feito com o imposto sobre o consumo, o efeito sobre o produto é positivo no curto e no longo prazo. Quando o ajuste é feito com o imposto sobre trabalho, o efeito sobre o produto é negativo no curto e médio prazo e somente no longo prazo se observa os efeitos do impacto positivo dos maiores investimentos públicos. Por fim, o ajuste realizado com o imposto sobre o capital tem efeito negativo persistente sobre o produto, capital e consumo no curto e no longo prazo. Com esses resultados, concluímos que em uma política de aumento do investimento público, a decisão do instrumento que a financia exerce papel fundamental – tanto no curto quanto no longo prazo.

Ainda que o aumento do investimento público financiado pelo aumento do imposto sobre o consumo aumente o produto e tenha um efeito positivo no bem-estar da economia, nota-se um aumento considerável da relação dívida/PIB no curto e no longo prazo.

3.3 Efeitos no equilíbrio geral de políticas de estabilização da dívida

O objetivo da política fiscal abordada nesta seção é o controle da dívida pública por meio de uma estratégia de redução da dívida para um nível definido exogenamente dentro de um determinado período de tempo.

Novamente desenvolvemos um programa GAMS capaz de resolver este problema dado pelas equações 19 a 26. Primeiramente simulamos a economia grega com o valor médio dos dados da razão transferências/PIB. Utilizando o valor observado dessa variável, que é maior que o valor da solução de equilíbrio que torna esse sistema estacionário, podemos confirmar que nesta situação a dívida tem um comportamento explosivo. Esse fato mostra que para este sistema de equações que descreve a economia, o equilíbrio é instável, ou seja, o estado estacionário é um ponto de sela. Calcula-se então o nível das transferências que torna a dívida estacionária. O estado estacionário é o ponto de partida para a política de consolidação da dívida.

O problema é estruturado da seguinte maneira: o horizonte de tempo da economia, $t=0, 1, 2, \dots, 200$, é dividido em duas partes: $t = 0, 1, \dots, 10$ e $t = 11, 12, \dots, 200$. Assumindo que a economia esteja no estado estacionário base, em $t=0$ o governo implementa uma reforma fiscal, não antecipada, para redução do nível da dívida em 10%. O governo deve

escolher um instrumento fiscal que se ajuste para satisfazer sua restrição orçamentária intertemporal durante os anos de redução da dívida.

Após 10 anos, a dívida pública será 10% menor que o nível anterior à reforma, ou seja, $b_{11} = 0,9b_0$. Após o ano 10 não há mais estabilização da dívida. Há uma mudança no nível do instrumento de ajuste em $t=11$ (não antecipada pelos agentes) que o torna compatível com a nova situação fiscal do governo. Os impostos distorcivos, os gastos públicos com consumo e com investimento são os instrumentos de ajuste considerados nesta análise. Em cada subperíodo do horizonte de tempo o instrumento de ajuste assume um valor diferente e todos os outros são mantidos no valor inicial anterior à reforma.

Esse problema também foi estruturado com um programa no GAMS, que resolve numericamente o sistema para todas as simulações garantindo o equilíbrio da economia em todos os períodos. A Tabela 3 mostra o impacto inicial e o efeito no longo prazo de estratégias alternativas de consolidação da dívida. A Figura 4 apresenta a dinâmica de transição das principais variáveis (APÊNDICE B). O par (b, x) na Tabela 3 corresponde ao instrumento x que se ajusta para acomodar a redução da dívida. Esse instrumento é definido de maneira endógena no modelo, assumindo um determinado valor durante $t = 0, 1, \dots, 10$ e um valor diferente durante $t = 11, 12, \dots, 200$.

Os resultados sugerem que esforços fiscais para redução da dívida pública tem impacto negativo sobre a atividade econômica no curto prazo, porém, no longo prazo, o PIB do novo estado estacionário é maior do que o nível anterior a implementação da política de controle da dívida. Nesse aspecto, o ajuste pelo imposto sobre a renda do capital tem o resultado mais positivo, pois o impacto inicial sobre o produto é o menor (-0,22%) e o efeito de longo prazo o maior (1,4%). O ajuste pelo investimento do governo segue um movimento semelhante. Vê-se que o aumento do produto do estado estacionário é puxado pelo expressivo aumento do investimento em ambos os casos.

A respeito do bem-estar, todos os casos experimentaram um aumento (ainda que ínfimo), exceto no caso do ajuste pelo imposto sobre a renda do trabalho. Pode-se perceber que nesse caso, o impacto negativo sobre a economia foi mais acentuado, com o consumo privado 1,2% menor.

A Figura 4 (APÊNDICE B) apresenta a trajetória dinâmica das principais variáveis da economia. Cabe ressaltar uma diferença entre os resultados aqui encontrados e os resultados de Papageorgiou no que se refere ao movimento do capital privado e investimento durante o período de redução da dívida. Nos casos de ajuste via imposto sobre consumo, consumo do governo e investimento do governo (colunas 2, 4 e 5 da figura 3) os resultados apontaram um

impacto positivo sobre o capital privado e sobre o investimento nos 10 anos de execução da política de controle da dívida, enquanto os resultados do autor apontaram um impacto negativo. No primeiro caso, com a maior tributação sobre o consumo, as famílias tendem a consumir menos e poupar mais, aumentando o capital privado e o investimento. No segundo caso, com a redução do consumo do governo, o consumo privado deve aumentar para manter a utilidade e, para isso, a produção privada deve aumentar o que requer capital e mais investimento privado. Por fim, quando o governo reduz o investimento público para manter a produção, o modelo tem que aumentar o capital, ou seja, o investimento privado.

A diferença de resultados para a trajetória do investimento encontrada nas simulações pode ter origem justamente por estarmos trabalhando com um sistema que tem *sunspot* (uma solução instável do sistema), enquanto Papageorgiou, ao optar pela linearização do sistema não linear, obteve um sistema que não tem *sunspot*.

Tabela 3 - Grécia: impacto e efeito de longo prazo de consolidações fiscais

	(b, τ^l)		(b, τ^c)		(b, τ^k)		(b, g^c)		(b, g^i)	
	Impacto	Longo prazo	Impacto	Longo prazo	Impacto	Longo prazo	Impacto	Longo prazo	Impacto	Longo prazo
Variável										
y	-1,4487	0,6927	-0,3721	0,5274	-0,2148	1,3945	-0,2534	0,4783	-0,2382	1,2436
c	-1,1915	0,8790	-0,6001	0,6756	0,2971	1,2042	0,4525	-0,2854	0,3303	0,5886
h	-2,5210	0,7513	-0,6501	0,5539	-0,3755	0,1601	-0,443	0,4984	-0,4164	0,4944
i	-3,6790	0,7191	0,0445	0,5259	-2,1393	3,3493	0,5562	0,4723	1,216	1,3053
k	0	0,6611	0	0,5259	0	3,299	0	0,4855	0	1,1045
w	1,1001	-0,0582	0,2799	-0,0263	0,1613	1,2324	0,1904	-0,02	0,179	0,7454
rk	-1,4487	0,0315	-0,3721	-0,0018	-0,2148	-1,8437	-0,2534	-0,0072	-0,2382	0,1376
d/y	-1,8569	0,6014	-1,3489	0,9843	-1,3309	0,9692	-1,2794	1,0406	-1,3201	0,7864
b/y	1,4699	-5,9421	0,3735	-10,736	0,2152	-7,227	0,2541	-11,477	0,2387	-6,9059
Instru- mento fiscal	2,2106	-0,8463	1,2734	-1,0113	1,8464	-2,0776	-4,3705	3,8636	-22,403	20,969
ζ	-0,2518		0,0607		0,1471		0,0167		0,0274	

Fonte: A autora, 2016.

Notas: Os dados são dados como desvios percentuais do equilíbrio pré-reforma para todas as variáveis exceto o déficit primário sobre produto e as taxas de tributação, que estão em pontos percentuais. Uma mudança positiva na razão déficit primário/produto significa que o resultado primário se deteriorou em comparação ao equilíbrio pré-reforma.

4. APLICAÇÃO PARA O BRASIL

No capítulo anterior apresentamos a metodologia e a aplicação para a Grécia de três diferentes estratégias de política fiscal. A primeira se baseou em como uma mudança na composição dos impostos afeta a economia. A segunda mediu os efeitos de uma política fiscal expansionista financiada por um aumento subsequente de impostos (tipo *spend-and-tax*) e, a terceira, mediu os impactos de políticas de redução da dívida pública. Neste capítulo nos concentraremos na aplicação da última destas três estratégias à economia brasileira, pois é ela que trata diretamente do problema fiscal mais grave do momento, que é a interação do nível elevado de endividamento público e sua alta taxa de crescimento, que podem elevar o risco da dívida entrar numa trajetória explosiva nos próximos anos. Procederemos de maneira similar à análise do capítulo anterior para a Grécia, em etapas: primeiro fazendo a calibração do modelo para a economia brasileira, depois calculando a solução do estado estacionário e, finalmente, fazendo as simulações de consolidação da dívida.

4.1 Calibração

Para a calibração da economia brasileira, os parâmetros estruturais do modelo, as alíquotas tributárias e demais variáveis foram calibradas de maneira a replicar a economia brasileira recente. A calibração dos parâmetros foi feita com base em dados recentes das Contas Nacionais (IBGE) e nos valores utilizados em outros estudos realizados para a economia brasileira e internacional, considerando-se periodicidade anual para as séries econômicas do modelo.

O parâmetro a_3 , que representa a elasticidade do capital público na função de produção seguiu Papageorgiou (2012), que estabeleceu $a_3 = g^i/y$. Consideraremos o valor obtido por Santana et al. (2012) para a média do período 1995-2006 para a formação bruta de capital fixo das administrações públicas $g^i/y = 0,02$. Para o parâmetro que mede a elasticidade do capital privado na função de produção, Pereira e Ferreira (2010) utilizam 0,433, e Santana et al. (2012), 0,4266. Seguimos Mereb e Zilberman (2013) e Paes e Bugarin (2006), utilizando 0,4. No entanto, ponderamos esse valor para refletir o fato da função de produção possuir retornos

constantes de escala para o conjunto de fatores, logo $a_2 = 0,392$. Por fim, a_1 é calibrado como $1 - a_2 - a_3 = 0,588$.

A taxa de crescimento populacional, $\gamma_n = 1,0086$, foi obtida de dados do Banco Mundial para o ano de 2015. Já a taxa de crescimento do progresso tecnológico, γ_z , definimos como 1,02, seguindo Papageorgiou (2012) e Santana et al. (2012). Assim como Ferreira e Nascimento (2005), normalizamos o nível inicial do processo tecnológico, Z_0 , em 1. Com respeito aos parâmetros de curvatura da função utilidade e o parâmetro de substituição entre consumo privado e público na utilidade, respectivamente, $\sigma = 2$ e $\theta = 0,1$, empregou-se novamente os valores utilizados por Papageorgiou (2012).

O parâmetro $\gamma = 0,3432$ (peso do consumo na função utilidade) foi calibrado pela equação 31 para ser compatível com $h = 0,24$, valor utilizado por Santana et al. (2012). Os autores, com base na PNAD 2009, encontraram que as pessoas dedicavam 23,8% de seu tempo ao trabalho, o que corresponde a pouco mais de 40 horas semanais na média.

A taxa de depreciação do capital privado, $\delta^p = 0,345$, seguiu Santana et al. (2012), que utilizam a mesma taxa para o capital público, δ^g . Ferreira e Nascimento (2005) também utilizam uma mesma taxa de depreciação (igual a 0,0656) para o capital público e o privado.

O valor de $i/y = 0,16$ foi calculado como uma média entre os anos 2010-2014, utilizando dados das Contas Nacionais. Para essa mesma razão, Santana et al. (2012) encontraram 0,17 como a média entre 1995-2010. Para c/y , utilizamos 0,62, valor obtido das Contas Nacionais para o ano de 2014. Da equação 28 calibramos $k/y = 2,5288$ e da equação 27, $\beta = 0,9241$. Segundo Santana et al. (2012), nos estudos da economia brasileira, usualmente o valor da razão do estoque de capital privado/produto varia entre 2,5 e 3,5.

Às alíquotas fiscais, foram definidos os valores encontrados por Santana et al. (2012)¹²: $\tau^c = 0,1902$, $\tau^l = 0,2171$ e $\tau^k = 0,13$. Assim como a razão consumo público sobre o produto, $g^c/y = 0,2$ (média obtida das Contas Nacionais para dados entre 95 e 2010). A razão k^g/y foi calibrada por meio da equação 32, encontrando-se o valor 0,3161. Bezerra et al. (2014) encontram $k^g/y = 0,3577$ segundo dados do IPEA e IBGE.

Por fim, a razão dívida/PIB foi estabelecida como 0,66, valor do estoque da dívida bruta do governo federal em dezembro de 2015. Esse valor foi escolhido para refletir o aumento (com tendência de alta) da dívida pública nos últimos anos. A taxa de retorno real do

¹² Os autores consideraram tributos sobre o consumo: ICMS, COFINS, PIS, IPI, ISS, IE, CIDE, IOF, Outros tributos estaduais, Taxas estaduais, Taxas municipais, Taxas Federais, FUNDAF, Outros tributos municipais, Demais contribuições econômicas. Tributação sobre o capital: IRPJ, CSLL, IPVA, IPTU, ITBI, ITCD, ITR. Tributação sobre o trabalho: Contribuição para a previdência social, IRPF, FGTS, Previdência estadual, Contribuição seguridade do servidor público, Salário educação, Sistema S, Previdência municipal, PASEP.

títulos públicos seguiu um valor usual na literatura, $r^b = 0,06$. A razão g^{tr}/y foi definida como 0,094 (valor obtido nas Contas Nacionais para o ano de 2015). O Quadro 3 resume a calibração dos parâmetros.

Quadro 3 - Parâmetros da calibração para o Brasil

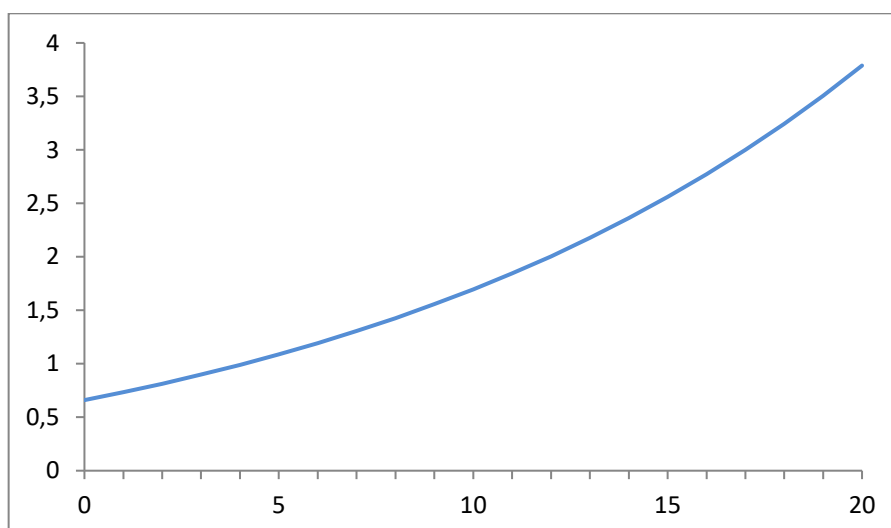
Símbolo	Descrição	Valor
a_2	Elasticidade do trabalho na produção	0,588
a_3	Elasticidade do capital público na produção	0,02
a_1	Elasticidade do capital privado na produção	0,392
γ_n	Taxa de crescimento da população	1,0086
γ_z	Taxa de crescimento do processo tecnológico	1,02
Z_0	Nível inicial do processo tecnológico	1
σ	Parâmetro de curvatura da função utilidade	2
θ	Parâmetro de substituição entre consumo privado e público	0,1
γ	Peso do consumo na função utilidade	0,3432
δ^p	Depreciação do capital privado	0,0345
δ^g	Depreciação do capital público	0,0345
i/y	Razão investimento privado/produto	0,16
c/y	Razão consumo privado/produto	0,62
k/y	Razão capital/produto	2,5288
β	Fator de desconto temporal	0,9241
g^c/y	Razão consumo do governo/produto	0,20
g^i/y	Razão investimento do governo/produto	0,02
τ^c	Tributação sobre consumo	0,1902
τ^l	Tributação sobre renda do trabalho	0,2171
τ^k	Tributação sobre renda do capital	0,13
k^g/y	Razão capital público/produto	0,3161
b/y	Razão dívida pública/produto	0,66
r^b	Retorno real dos títulos públicos	0,06
g^{tr}/y	Razão transferências do governo/produto	0,094

Fonte: A autora, 2016.

4.2 Consolidação da dívida

Utilizando a mesma implementação do modelo descrita na seção 4.3, substituímos os parâmetros e valores iniciais das variáveis da economia grega pelos da economia brasileira e simulamos essa economia para 200 períodos. O valor inicial adotado para a razão dívida/PIB foi 0,66, e deixamos que nos demais períodos este valor se ajuste livremente. O gráfico 4 mostra a trajetória da razão dívida/PIB nos primeiros 20 períodos da simulação. Vê-se que ao final de 20 anos, a dívida atingiria quase 400% do PIB, o que é uma clara indicação de que o "status-quo" não é uma estratégia aceitável, pois corresponde a uma trajetória de dívida explosiva.

Gráfico 4 - Razão dívida/PIB brasileira (primeiros 20 anos)



Fonte: A autora, 2016.

Nota: Economia simulada com parâmetros observados para 200 períodos.

Em seguida, deixamos g^{tr}/y livre e fixamos a razão dívida/PIB de $t=200$ em 0,66 (seu valor atual). Com isso, o valor das transferências como proporção do PIB será a solução do sistema de estado estacionário. O valor obtido para g^{tr}/y é 0,018, menor que os atuais 0,094.

Analogamente à seção 4.3, supondo que o governo adote uma política de consolidação da dívida que vise sua redução em 10% em um período de 10 anos, os efeitos sobre a economia são apresentados na Tabela 4. Lembrando que o instrumento utilizado como ajuste em cada caso assume um valor durante o período de consolidação e outro valor nos anos subsequentes, se ajustando endogenamente. Os valores da tabela são as mudanças percentuais com relação ao valor de cada variável na simulação do estado estacionário.

Tabela 4 - Brasil: impacto e efeito de longo prazo de consolidações fiscais

	(b, τ^l)		(b, τ^c)		(b, τ^k)		(b, g^c)		(b, g^j)	
Variável	Impacto	Longo prazo	Impacto	Longo prazo	Impacto	Longo prazo	Impacto	Longo prazo	Impacto	Longo prazo
y	-0,7782	0,7366	-0,2699	0,5550	-0,1680	1,1806	-0,1920	0,4904	-0,1828	1,2352
c	-0,6575	0,9957	-0,4222	0,7524	0,2151	1,1352	0,3165	-0,2751	0,2340	0,6609
h	-1,3198	0,7675	-0,4585	0,5737	-0,2856	0,0608	-0,3264	0,5058	-0,3106	0,4484
i	-2,3027	0,7470	-0,0534	0,5545	-1,8668	2,9648	0,3035	0,488	0,8150	1,2929
k	0	0,7279	0	0,5553	0	2,9454	0	0,4924	0	1,1624
w	0,5489	-0,0307	0,1895	-0,0186	0,1179	1,1191	0,1348	-0,0153	0,1283	0,7832
rk	-0,7782	0,0086	-0,2699	-0,0004	-0,168	-1,7144	-0,192	-0,002	-0,1828	0,0719
d/y	-1,4099	0,9484	-1,1205	1,2908	-1,1346	1,2496	-1,0746	1,3439	-1,1048	1,0570
b/y	0,7843	-7,4079	0,2706	-10,625	0,1683	-7,7678	0,1924	-11,164	0,1831	-7,6562
Instrumento fiscal	1,2450	-0,9719	0,8890	-1,0976	1,2671	-1,9762	-2,1841	2,9094	-22,949	30,886
ζ	-0,1091		0,0318		0,0684		0,0122		0,0082	

Fonte: A AUTORA, 2016.

Notas: Os dados são dados como desvios percentuais do equilíbrio pré-reforma para todas as variáveis exceto o déficit primário sobre produto e as taxas de tributação, que estão em pontos percentuais. Uma mudança positiva na razão déficit primário/produto significa que o resultado primário se deteriorou em comparação ao equilíbrio pré-reforma.

O primeiro caso consiste na escolha do ajuste por meio da taxa de imposto sobre a renda do trabalho. A redução da dívida do governo requereu um aumento de 1,25 pp nessa taxa durante o período de estabilização. Por esse motivo, houve redução na força de trabalho e no consumo. Como há redução no retorno da acumulação de capital privado, o investimento e a formação de capital futuro decaem. Isso resulta em queda do produto (-0,78%) durante a estabilização. O resultado fiscal melhorou em 1,41 pp, contribuindo para a redução da dívida e diminuindo o montante de juros pagos sobre sua base. Após o período de estabilização, com o objetivo da política de redução da dívida alcançado, o governo adota uma nova taxa de tributação sobre o trabalho 0,97 pp mais baixa que o nível anterior à implementação da política de redução da dívida. Na transição para o novo equilíbrio, há um aumento das horas trabalhadas, do consumo, do investimento e consequentemente do produto. Na trajetória para o longo prazo o produto cresce e no longo prazo é 0,74% maior. A Figura 1 mostra a dinâmica de transição das variáveis.

Quando se utiliza a taxa de imposto sobre o consumo como instrumento de ajuste para atingir a consolidação da dívida durante o primeiro subperíodo, ela aumenta em 1,25 pp. O

consumo privado diminui 0,42%, por isso se reduzem também as horas trabalhadas. O impacto inicial sobre o investimento é praticamente nulo (-0,05%). Nos anos subsequentes ele se recupera, pois, com a maior tributação sobre o consumo, as famílias aumentam a poupança (sob a forma de investimento), contribuindo para a recuperação do capital privado e do produto. O resultado primário do governo melhora em 1,12 pp. Após os 10 anos da política, a razão dívida/PIB é 10,6% menor, o que significa que o governo gasta menos com juros sobre a dívida. Nesse cenário, o imposto sobre o consumo pode reduzir-se em 1,1 pp com relação ao nível anterior à implementação da política. O resultado primário piora em 1,3 pp e produto do estado estacionário é 0,56% maior.

No caso do uso da alíquota do imposto sobre a renda do capital como instrumento de ajuste, durante o primeiro subperíodo da política de consolidação, ela aumenta 1,26 pp, levando as famílias a, inicialmente, aumentarem o lazer e o consumo devido à redução no retorno da acumulação do capital privado. Também por isso, há um impacto negativo sobre o investimento (-1,87%) e sobre o produto (-0,17%). Há uma melhora no resultado primário de 1,13 pp. Após a redução de a dívida ser alcançada, a situação fiscal mais favorável do governo permite que a taxa do imposto sobre o capital possa ser reduzida, chegando a ser quase 2 pp menor do que do estado estacionário anterior à política fiscal. Essa redução é o que permite um investimento de longo prazo quase 3% maior, contribuindo também para um produto 1,2% maior. No longo prazo, o resultado dessa política fiscal expansiva é uma deterioração do resultado primário em 1,34 pp. A razão dívida/PIB fica 7,7% menor.

Considerando agora uma política de consolidação da dívida com ajuste via gasto público, no período de redução da dívida, o consumo do governo cai 2,2%. Para manter a sua utilidade as famílias aumentam o consumo privado e o lazer, levando a uma queda do produto que não é compensada pelo aumento do investimento. Quando a consolidação termina, com uma dívida 11% menor, o governo aumenta os gastos chegando a um patamar 2,91% mais alto do que o gasto associado ao estado estacionário anterior. Isso resulta em um aumento das horas trabalhadas que em conjunto com um nível maior de capital privado leva a um produto 0,5% maior no novo estado estacionário. No entanto, o maior gasto do governo tem um efeito de *crowding-out* sobre o consumo privado, que é 0,28% menor.

O último caso utiliza o investimento público como instrumento de ajuste, que se reduz em 23% durante a consolidação. O impacto inicial sobre a economia segue a mesma lógica do caso anterior. Contudo, é interessante notar que o efeito negativo sobre as horas de trabalho é maior quando o ajuste é feito pelo consumo do governo. Quando o governo atinge a meta de

redução da dívida, o investimento público cresce quase 31% acima do nível anterior à consolidação. Com isso, o produto do novo estado estacionário passa a ser 1,24% maior.

Em suma, a primeira estratégia de consolidação da dívida, que utiliza o imposto sobre a renda do trabalho, foi a mais prejudicial inicialmente, já que foi a única estratégia na qual houve redução do bem-estar devido à maior redução do consumo. Ela também foi a que teve maior impacto negativo sobre o produto. A estratégia que usou a alíquota do imposto sobre renda do capital como instrumento de ajuste foi a que apresentou, inicialmente, o maior ganho de bem-estar (ainda que tenha sido infinitesimal), bem como foi ela que teve o menor impacto sobre o nível de atividade. No longo prazo, o novo estado estacionário associado a essa estratégia também apresenta os resultados mais positivos quanto ao nível de consumo privado e investimento. Em um primeiro momento pode parecer contra intuitivo que uma política baseada em um aumento do imposto sobre a renda do capital pode ser uma das mais eficazes. Isto ocorre porque a alíquota resultante após o ajuste é menor do que a anterior à política de consolidação. Isto é possível devido à melhora da situação fiscal do governo após os 10 anos de redução da dívida, propiciada pela consolidação.

A política que conduz ao maior aumento no nível do produto de longo prazo foi a de ajuste via investimento público. Neste caso também, a situação fiscal mais confortável após os anos de redução da dívida que permite um nível de investimento público maior que o anterior à consolidação. Em geral, entretanto, o impacto sobre o nível de atividade econômica durante a primeira etapa da estabilização é negativo para todas as políticas, mas o efeito de longo prazo é positivo.

Figura 1 - Brasil: dinâmica de transição de consolidações fiscais (continua)

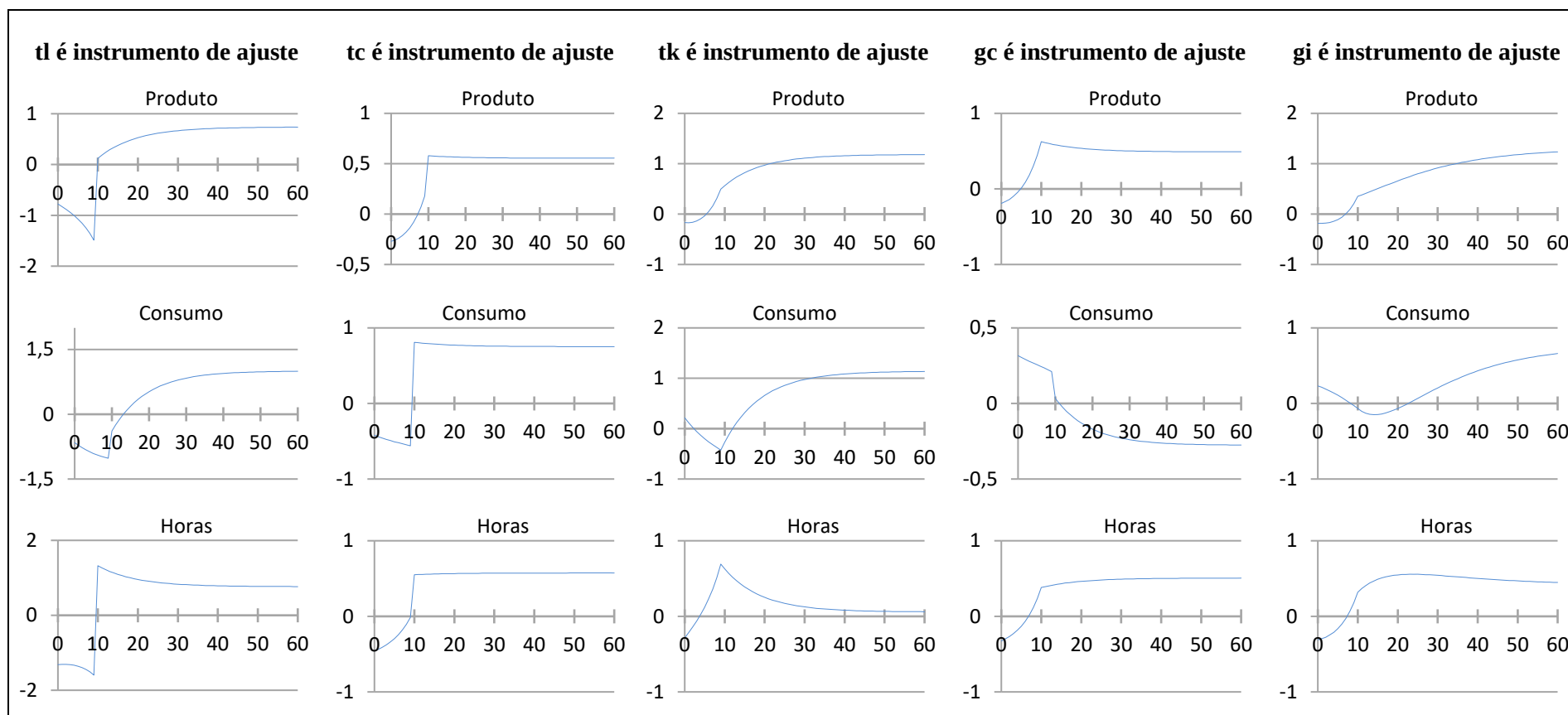
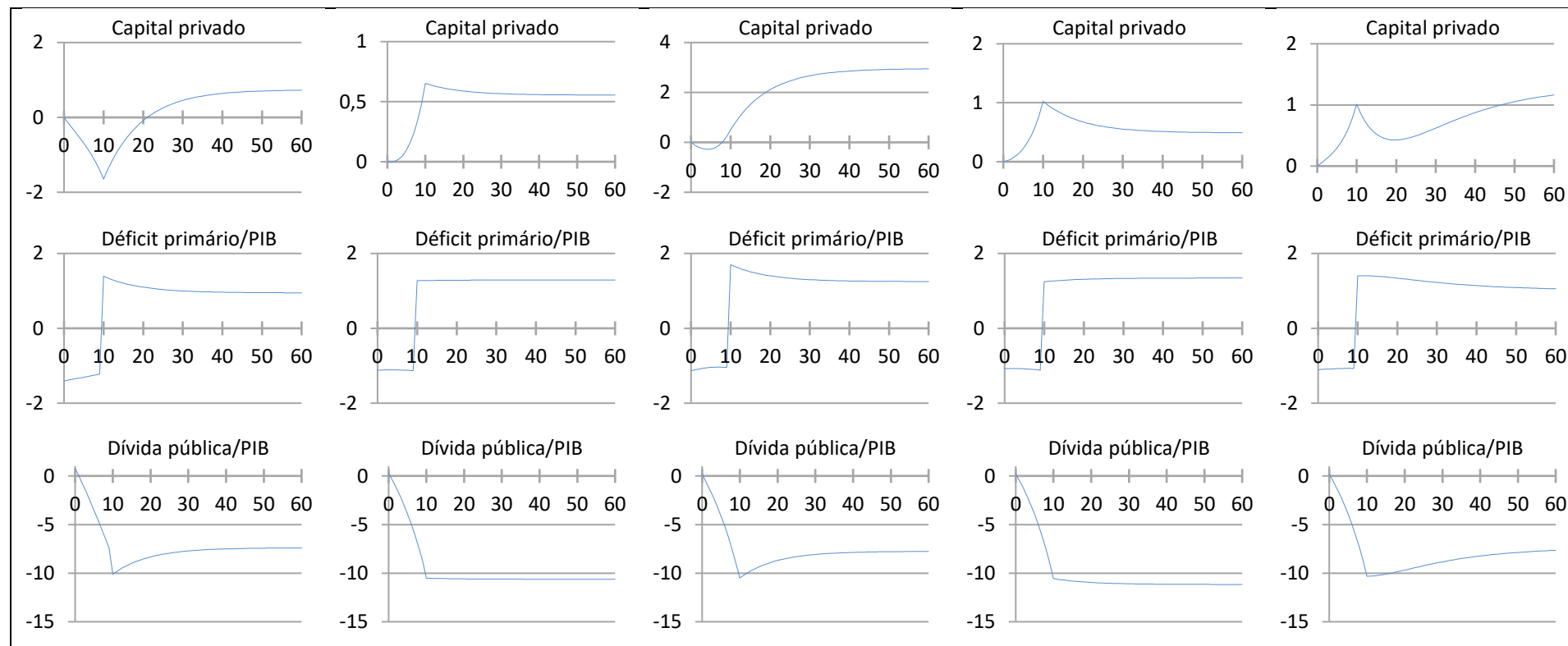


Figura 1 - Brasil: dinâmica de transição de consolidações fiscais (conclusão)



Fonte: A AUTORA, 2016.

Notas: As séries plotadas são desvios percentuais do equilíbrio pré-reforma para todas as variáveis exceto o déficit primário sobre produto e as taxas de tributação, que estão em pontos percentuais. Cada coluna corresponde ao instrumento de política que ajusta para garantir a solvência fiscal. Uma mudança positiva na razão déficit primário/produto significa que o resultado primário se deteriorou em comparação ao equilíbrio pré-reforma.

4.3 Alternativas de política fiscal para o Brasil

Considerando que o *status quo* leva a razão dívida/PIB para uma trajetória explosiva, apresentamos na seção anterior políticas alternativas para estabilizar a dívida pública brasileira.

Mesmo que apliquemos uma das regras fiscais abordadas até aqui, a probabilidade de se obter um *sunspot* determinístico é muito grande porque as políticas fiscais aqui discutidas mantêm o instrumento constante após o ajuste. Não é um controle dinâmico. Até mesmo no caso das consolidações da dívida, onde o instrumento assume um valor no primeiro subperíodo e assume outro após o período de ajuste, ele se mantém constante até o fim do horizonte de tempo considerado. Logo, um valor minimamente errado da regra fiscal pode levar a um resultado explosivo (para cima ou para baixo). De fato, é pouco realista que se mantenha uma regra fiscal indefinidamente mesmo que se observe um comportamento explosivo da dívida. Portanto, um aspecto fundamental para desenhar uma política ótima é empregar uma regra de controle que se baseie no desvio entre a dívida desejada e a dívida corrente. O regime *spend-and-tax*, historicamente observado no Brasil, é um exemplo: quando há um aumento do gasto público e a dívida começa a superar o valor desejado, o governo age aumentando as alíquotas dos impostos. Entretanto, sabe-se que o governo não pode aumentar os impostos indefinidamente, pois, em certo ponto, sua arrecadação começa a diminuir.

Outra alternativa seria uma meta para o superávit primário com ajuste ao longo do tempo baseado no comportamento da dívida, já que não havendo necessidade, uma meta de superávit primário muito alta, por exemplo, poderia afetar negativamente o bem-estar da economia de maneira desnecessária. Uma possibilidade discutida atualmente no Congresso é uma regra que define por lei um teto para o gasto público. Esta, porém, é criticada, pois impediria o governo de fazer política fiscal anticíclica em casos de recessão. Há também a possibilidade de definir-se metas para a dívida pública, em moldes parecidos com o sistema de metas para a inflação que vigora atualmente no Brasil¹³.

O modelo utilizado neste trabalho pode ser utilizado para simular essas diversas regras a partir da inclusão de uma equação que descreva a regra de reação da política fiscal. Pode-se inclusive fazer a comparação do bem-estar com base no valor descontado da utilidade.

¹³ Mais detalhes em: “Contas Públicas no Brasil: análise e proposta de ajuste” (Publicações do Sistema FIRJAN – Conjuntura Econômica, Maio de 2016)

CONCLUSÃO

Os acontecimentos que sucederam a eclosão da crise do subprime nas economias europeias retomaram o interesse a respeito dos efeitos macroeconômicos de políticas fiscais. Em países como Espanha, Portugal, Irlanda e Grécia, os governos se endividaram fortemente após adotarem políticas anticíclicas para combater a crise, mas logo a conta acabou chegando. Para lidar com déficits sucessivos, endividamento cada vez maior e falta de confiança dos mercados, esses países se submeteram a reformas fiscais drásticas que, de imediato, causaram recessão e desemprego. Mas, por outro lado, contaram com a ajuda financeira da UE e do FMI nesse processo.

A Grécia consiste no caso mais grave já que os problemas do governo com altos gastos e dívida crescente são anteriores à sua entrada na zona do euro. E esses problemas ficaram evidentes justamente à luz da crise financeira mundial. Nesse contexto, Papageorgiou (2012) realizou um estudo que buscava medir os efeitos de diferentes políticas fiscais – reformas tributárias, políticas fiscais expansivas em gastos e políticas de controle da dívida – sobre a economia grega utilizando um modelo de equilíbrio geral dinâmico. Sua motivação era entender como funcionariam diferentes políticas fiscais na economia grega, seus efeitos no curto e no longo prazo e como elas afetariam o bem-estar dos agentes da economia em um momento que a Grécia buscava desesperadamente colocar suas finanças públicas em ordem, diminuir o tamanho de sua dívida e superar a recessão para então voltar a crescer. Sob a mesma motivação, utilizamos o modelo do autor para fazer um estudo, aplicado ao Brasil, de alternativas para controle da dívida pública.

A atual crise econômica que o Brasil vive tem raiz no descontrole das finanças do governo. Assim como no caso europeu, o governo brasileiro fez política fiscal anticíclica à época da crise do subprime, mas transformou as medidas adotadas em agenda de governo. Os elevados gastos públicos, concessões de subsídios e isenções fiscais resultaram na reversão, em 2015, da série de superávits primários que o governo vinha alcançando. A dívida bruta do setor público está crescendo rápido e as tentativas de ajuste fiscal para tentar reverter esse quadro se mostraram limitadas no contexto das despesas altamente engessadas da máquina pública. Até mesmo um aumento na tributação pode não surtir efeito já que a economia começou a encolher em 2015. Por isso, o objetivo desta dissertação foi realizar um estudo que

discutisse diferentes alternativas para lidar com a dívida pública brasileira e nesse sentido, utilizamos o modelo de Papageorgiou.

Por optarmos por um método de solução diferente do autor, para garantir a exatidão dos resultados antes de aplicá-lo ao Brasil, repetimos todas as simulações que o autor realizou para a Grécia. Solucionamos o sistema não linear em sua forma original, numericamente, programando as equações e as simulações no software GAMS. Ele solucionou por meio de linearizações do sistema dinâmico que descreve o equilíbrio geral da economia (construída a partir de um modelo neoclássico de crescimento). Com resultados consistentes para todos os experimentos de política fiscal aplicados à economia grega, finalmente pudemos utilizar a mesma programação para estudar o caso brasileiro. Para isso, bastou substituir os parâmetros da Grécia por parâmetros da economia brasileira, obtidos a partir de dados observados.

Como o objetivo da dissertação é estudar alternativas de controle da dívida pública, escolhemos reproduzir as simulações que tratam da consolidação da dívida em um dado horizonte de tempo. Ao calibrar a economia brasileira, foram usados dados que replicassem a situação atual. Simulando essa economia para 200 períodos e deixando a relação dívida/PIB como variável livre do sistema, encontramos uma trajetória crescente e explosiva. Para aplicar os experimentos de consolidação da dívida, precisávamos obter um equilíbrio estacionário para ser o ponto de partida dos experimentos. Para isso, fixamos o valor final da relação dívida/PIB em 0,66 e deixamos as transferências/PIB como variável de ajuste. O valor obtido dessa variável que equilibra o sistema foi muito menor do que seu valor observado nos dados.

A estratégia de redução da dívida é implementada pelo de maneira não antecipada em $t=0$. A dívida seria reduzida em 10% num horizonte de 10 anos. Durante esse tempo, um instrumento de política fiscal era utilizado como variável de ajuste, assumindo certo valor. Após o ano 10, a dívida seria 10% menor, não haveria mais nenhuma política de consolidação e o instrumento fiscal assumiria um valor diferente (condizente com a melhora da situação fiscal).

Foram obtidas as trajetórias das principais variáveis econômicas durante o horizonte de tempo simulado. Os resultados mostraram que utilizar o imposto sobre a renda do trabalho para o ajuste tem o maior impacto negativo sobre a economia, pois reduz muito o consumo privado, o produto e o bem-estar dos agentes. Já a utilização do imposto sobre o capital como ajuste levou ao impacto inicial menos danoso, havendo até um pequeno aumento no bem-estar devido ao aumento do consumo. No entanto, o choque negativo no investimento foi bastante

expressivo (não superando, entretanto, o caso anterior). Todas as estratégias feriram a economia no curto prazo e resultaram em crescimento no longo prazo.

O resultado no longo prazo menos expressivo é o caso do ajuste pelo imposto sobre a renda do trabalho. Já os melhores resultados ocorreram no caso do ajuste pela tributação do capital e pelo investimento do governo. O único caso no qual o consumo de longo prazo foi menor que a situação anterior à reforma foi pelo ajuste via consumo do governo. Sendo assim, se utilizássemos esses resultados para recomendar uma dessas políticas para o caso brasileiro, as mais indicadas seriam a que utiliza o imposto sobre o capital e a que usa o investimento público.

No entanto, talvez esse modelo precise ser aprimorado para guiar uma decisão deste tipo porque o equilíbrio desse sistema de equações que descreve a economia é instável e o estado estacionário é um ponto de sela. Qualquer valor minimamente errado pode levar a uma solução explosiva, ou seja, um sunspot determinístico, e como o instrumento fiscal assume um valor após a consolidação, que se mantém até o final do horizonte, não existiria espaço para ajuste da política e a solução explosiva não poderia ser “consertada”.

Para chegar a uma regra realista de controle que se baseie no desvio entre a dívida desejada e a dívida atual, poderíamos modificar o programa utilizado para testar diversas regras de política, incluindo a função de reação da política aplicada como uma nova equação no modelo. Essa é uma sugestão para trabalhos futuros. Pode-se também expandir o modelo para incorporar o setor externo e até mesmo calcular o valor ótimo da dívida resolvendo um problema de otimização.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M.; LISBOA, M. de B.; PESSOA, S. **O Ajuste Inevitável ou o país que ficou velho antes de se tornar desenvolvido**. [S.l.]: Blog do Mansueto Almeida, 2015. Disponível em: <https://mansueto.files.wordpress.com/2015/07/o-ajuste-inevitc3a1vel-vf_2.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2015.
- ANGELETOS, G. **Lecture Notes: Macroeconomic Theory I**. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 2007. Disponível em: <https://ocw.mit.edu/courses/economics/14-451-macroeconomic-theory-i-spring-2007/lecture-notes/>. Acesso em: 23 mar. 2015.
- ANGELOPOULOS, K.; MALLEY, J.; PHILIPPOPOULOS, A. Tax structure, growth, and welfare in the UK. **Oxford Economic Papers**, v. 64, n. 2, p. 237-258, 2012.
- ARDAGNA, S. Fiscal policy composition, public debt, and economic activity. **Public Choice**, Springer, v. 109, n. 3-4, p. 301-325, 2001.
- BAIER, S. L.; GLOMM, G. Long-run growth and welfare effects of public policies with distortionary taxation. **Journal of Economic Dynamics and Control**, v. 25, n. 12, p. 2007-2042, 2001.
- BARRO, R. Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth. **Journal of Political Economy**, v. 98, Part II, pp. S103-S125, 1990.
- BARRO, R.; SALA-I-MARTIN, X. **Economic Growth**. 2 ed. Cambridge: The MIT Press, 2004.
- BAXTER, M.; KING, R. G. Fiscal policy in general equilibrium. **The American Economic Review**, v. 83, p. 315-334, 1993.
- BEZERRA, A. R. et al. Efeitos de crescimento e bem-estar da recomposição dos investimentos públicos no Brasil. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 3, 2014.
- BICALHO, A.; ISSLER, J. V. Teste de sustentabilidade da dívida, ajuste fiscal no Brasil e consequências para o produto. In: BACHA E. L.; BOLLE, M. B. **Novos dilemas da política econômica: ensaios em homenagem a Dionísio Dias Carneiro**. Rio de Janeiro: LTC, 2011.
- CASELLI, F.; ESQUIVEL, G.; LEFORT, F. Reopening the convergence debate: a new look at cross-country growth empirics. **Journal of economic growth**, v. 1, n. 3, p. 363-389, 1996.
- CASS, D. Optimum growth in an aggregative model of capital accumulation. **The Review of economic studies**, v. 32, pp. 233-240, 1965.
- CONESA, J. C.; KEHOE, T. J.; RUHL, K. J. Modeling Great Depressions: The Depression in Finland in the 1990s. Minneapolis: **Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review**, v. 31, n. 1, p. 16-44, 2007.

COOLEY, T. F. Calibrated models. **Oxford Review of Economic Policy**, v. 13, n. 3, p. 55-69, 1997.

COOLEY, T. F.; HANSEN, G. D. Tax distortions in a neoclassical monetary economy. **Journal of Economic Theory**, v. 58, n. 2, p. 290-316, 1992.

D'ABADIA, B. M. **Teste para existência de dominância fiscal no Brasil entre 2011 e 2015**. 2016. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) – Departamento de Economia, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

DOTSEY, M. Some unpleasant supply side arithmetic. **Journal of Monetary Economics**, v. 33, n. 3, p. 507-524, 1994.

DOTSEY, M; MAO, C. S. **The effects of fiscal policy in a neoclassical growth model**. Richmond: Federal Reserve Bank of Richmond, 1994. (Working Papers, n. 94-3).

FERREIRA, P. C.; NASCIMENTO, L. G. **Welfare and growth effects of alternative fiscal rules for infrastructure investment in Brazil**. Rio de Janeiro: Escola de Pós-graduação em Economia, Fundação Getulio Vargas, 2005. 40 p. (Ensaio Econômico da EPGE n. 604).

FORNI, L.; GERALI, A.; PISANI, M. The macroeconomics of fiscal consolidations in euro area countries. **Journal of Economic Dynamics and Control**, v. 34, n. 9, p. 1791-1812, 2010.

GADELHA, S. R. de B.; DIVINO, J. A. Dominância fiscal ou dominância monetária no Brasil? Uma análise de causalidade. **Economia Aplicada**, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 659-675, 2008.

GENERAL ALGEBRAIC MODELING SYSTEM (GAMS). Versão: 24.2.1. GAMS Development Corporation. Washington, DC, 2013.

GIAMBIAGI, F. 18 anos de política fiscal no Brasil: 1991/2008. **Economia aplicada**, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 535-580, 2008.

GIAMBIAGI, F. Erro de Diagnóstico. **O Globo**, Rio de Janeiro, 14 jul. 2014. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/opiniao/erro-de-diagnostico-13231164>>. Acesso em: 30 abr. 2015.

GREINER, A. Public debt in a basic endogenous growth model. **Economic Modelling**, v. 29, n. 4, p. 1344-1348, 2012.

ISSLER, J. V.; LIMA, L. R. **Como se Equilibra o Orçamento do Governo no Brasil? Aumento de Receitas ou Corte de Gastos?** In: III Prêmio de Monografia do Tesouro Nacional, Brasília, DF, 1999.

KEHOE, T. J.; PRESCOTT, E. C. Great depressions of the 20th century. **Review of Economic Dynamics**, v. 5, n. 1, p. 1-18, 2002.

KING, R. G.; REBELO, S. T. Resuscitating real business cycles. In: TAYLOR, J. B.;

WOODFORD, M. **Handbook of macroeconomics**. v. 1C. Oxford: Elsevier, 1999. P. 927-1007.

KOOPMANS, T. C. On the Concept of Optimal Economic Growth. In: **The Economic approach to development planning**. Amsterdam: North Holland. 1965.

LANSING, K. J. Optimal fiscal policy in a business cycle model with public capital. **Canadian Journal of Economics**, n. 31, p. 337–364, 1998.

LEEPER, E. M. **A simple model of the fiscal theory of the price level**. Bloomington: Indiana University, mimeo, 2005.

LEEPER, E. M.; YANG, S. S. Dynamic scoring: alternative financing schemes. **Journal of Public Economics**, v. 92, n. 1, p. 159-182, 2008.

LUCAS, R. E. Supply-side economics: An analytical review. **Oxford economic papers**, v. 42, n. 2, p. 293-316, 1990.

LUDVIGSON, S. The macroeconomic effects of government debt in a stochastic growth model. **Journal of Monetary Economics**, v. 38, n. 1, p. 25-45, 1996.

MEREB, J.; ZILBERMAN, E. **O Programa de Aceleração do Crescimento Acelera o Crescimento?** Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (Departamento de Economia), 2013. 48 p. (Texto para Discussão, n. 613).

NUNES, A. F.; PORTUGAL, M. S. Políticas fiscal e monetária ativas e passivas: uma análise para o Brasil pós-metas de inflação. In: Encontro Nacional de Economia, 37., 2009, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Foz do Iguaçu: ANPEC, 2009.

PAES, N. L.; BUGARIN, M. N. S. Reforma Tributária: impactos distributivos, sobre o bem-estar e a progressividade. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 60, n. 1, p. 33-56, 2006.

PAPAGEORGIOU, D. Fiscal policy reforms in general equilibrium: The case of Greece. **Journal of Macroeconomics**, v. 34, n. 2, p. 504-522, 2012.

PASTORE, A. C. Déficit Público, a Sustentabilidade do Crescimento das Dívidas Interna e Externa, Senhoriagem e Inflação: Uma Análise do Regime Monetário Brasileiro. **Brazilian Review of Econometrics**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, p. 177-234, 1995.

PEREIRA, R. A.; FERREIRA, P. C. Avaliação dos impactos macroeconômicos e de bem-estar da reforma tributária no Brasil. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 64, n. 2, p. 191-208, 2010.

PEREIRA, R. A.; FERREIRA, P. C. Impactos macroeconômicos da cobrança pelo uso da infraestrutura pública no Brasil. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 41, n. 2, pp. 183-211, 2011.

RAMSEY, F. A Mathematical Theory of Saving. **Economic Journal**, v. 38, p 543-559. Dezembro 1928.

REBELO, S. T. Long run policy analysis and long run growth. **Journal of Political Economy**, v. 99, n. 3, p. 500-521, 1991.

ROCHA, F. Long-run limits on the Brazilian government debt. *Revista brasileira de economia*, Rio de Janeiro, v. 51, n. 4, p. 447-470, 1997.

SANGOI, R. **Dívida pública e crescimento econômico: testes da hipótese de Reinhart e Rogof**. 2014. 123f. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SANTANA, P.; CAVALCANTI, T. V. de V.; PAES, N. L. Impactos de longo prazo de reformas fiscais sobre a economia brasileira. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 66, n. 2, p. 247-269, 2012.

SARGENT, T.; WALLACE, N. Some unpleasant monetarist arithmetic. Minneapolis: **Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review**, v. 5, n. 3, p. 1-17, 1981.

SCHYMURA, L. G. A sombra da dominância fiscal e a reação do sistema político. **Conjuntura Econômica**, Rio de Janeiro, v. 69, n. 11, p.8-10, 2015.

TELES, V. K.; MUSSOLINI, C. C. Public debt and the limits of fiscal policy to increase economic growth. **European Economic Review**, v. 66, p. 1-15, 2014.

TOURINHO, O. A. F.; MERCÊS, G. M. R.; COSTA, J. G. Public debt in Brazil: Sustainability and its implications. **Economia**, v. 14, n. 3, p. 233-250, 2013.

TOURINHO, O. A. F.; CASTRO, G. M. C. de. Construção de Cenários de Crescimento Econômico para o Brasil Através de um Modelo de Crescimento Endógeno com Tributação Indireta. In: TOURINHO, O. A. F. (Org.). **Os Desafios Atuais para a Economia Brasileira**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2010. P. 83-122.

UHLIG, H. Some fiscal calculus. **The American Economic Review**, v. 100, n. 2, p. 30-34, 2010.

APÊNDICE A – Efeitos de longo prazo de mudanças no mix gasto-tributação segundo Papageorgiou

Tabela 5 - Efeitos de longo prazo de mudanças no mix gasto-tributação

Política →	redução de τ^l			redução de τ^k			redução de τ^c			aumento de g^c				aumento de g^i			
Instrumento de ajuste →	g^{tr}	τ^c	τ^k	g^{tr}	τ^c	τ^l	g^{tr}	τ^l	τ^k	g^{tr}	τ^c	τ^l	τ^k	g^{tr}	τ^c	τ^l	τ^k
Variável																	
y	0,236	0,138	-0,041	0,151	0,097	0,021	0,083	-0,117	-0,15	0,834	-0,153	-1,625	-1,995	2,153	1,35	1,163	-0,171
c	0,302	0,176	0,059	0,132	0,063	-0,033	0,107	-0,15	-0,1	-0,51	-1,773	-3,658	-3,014	1,179	0,151	-1,369	-0,874
h	0,249	0,145	0,219	0,016	-0,041	-0,12	0,088	-0,124	0,063	0,877	-0,161	-1,71	0,608	0,735	-0,099	-1,33	0,512
i	0,236	0,138	-0,415	0,355	0,302	0,226	0,084	-0,117	-0,467	0,834	-0,153	-1,625	-5,754	2,153	1,35	0,163	-3,273
k	0,236	0,138	-0,415	0,355	0,302	0,226	0,084	-0,117	-0,467	0,834	-0,153	-1,625	-5,754	2,153	1,35	0,163	-3,273
w	-0,012	-0,007	-0,259	0,135	0,138	0,141	-0,004	0,006	-0,214	-0,044	0,008	0,086	-2,588	1,408	1,45	1,513	-0,68
rk	0	0	0,376	-0,204	-0,204	-0,204	0	0	0,319	0	0	0	3,989	0	0	0	3,207
d/y	-0,005	-0,003	0,025	-0,016	-0,015	-0,014	-0,002	0,002	0,024	0,017	0,004	0,037	0,307	-0,255	-0,249	-0,226	-0,018
b/y	0,11	0,065	-0,57	0,37	0,346	0,31	0,039	-0,055	-0,539	0,387	-0,08	-0,833	-6,949	5,758	5,626	5,109	0,398
Instrumento fiscal	-0,818	0,19	0,404	-0,447	0,104	0,154	-0,695	0,24	0,344	-8,185	1,937	2,92	4,091	-6,603	1,55	2,334	3,323
ζ	0,098	0,057	0,046	0,028	0,006	-0,026	0,035	-0,049	-0,009	-1,036	-1,453	-2,1	-1,607	-0,551	-0,886	-1,398	-1,012

Fonte: PAPAGEORGIOU, 2012, p 511.

Notas: Os dados são dados como desvios percentuais do equilíbrio pré-reforma para todas as variáveis exceto o déficit primário sobre produto e as taxas de tributação, que estão em pontos percentuais. Uma mudança positiva na razão déficit primário/produto significa que o resultado primário se deteriorou em comparação ao equilíbrio pré-reforma.

APÊNDICE B – Dinâmicas de transição das reformas aplicadas à economia grega

Figura 2 - Grécia: dinâmica de transição de mudanças na composição tributária (continua)

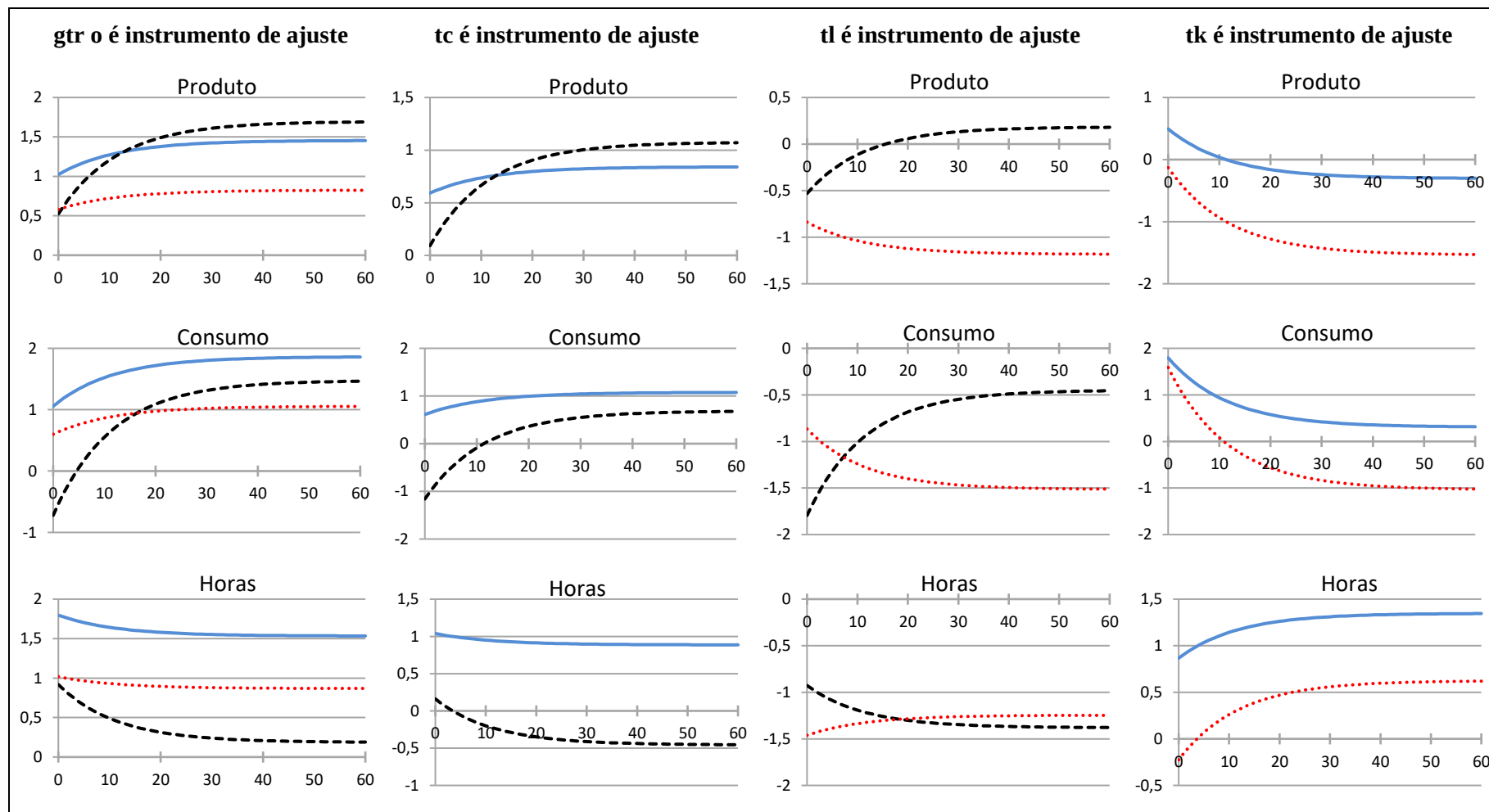
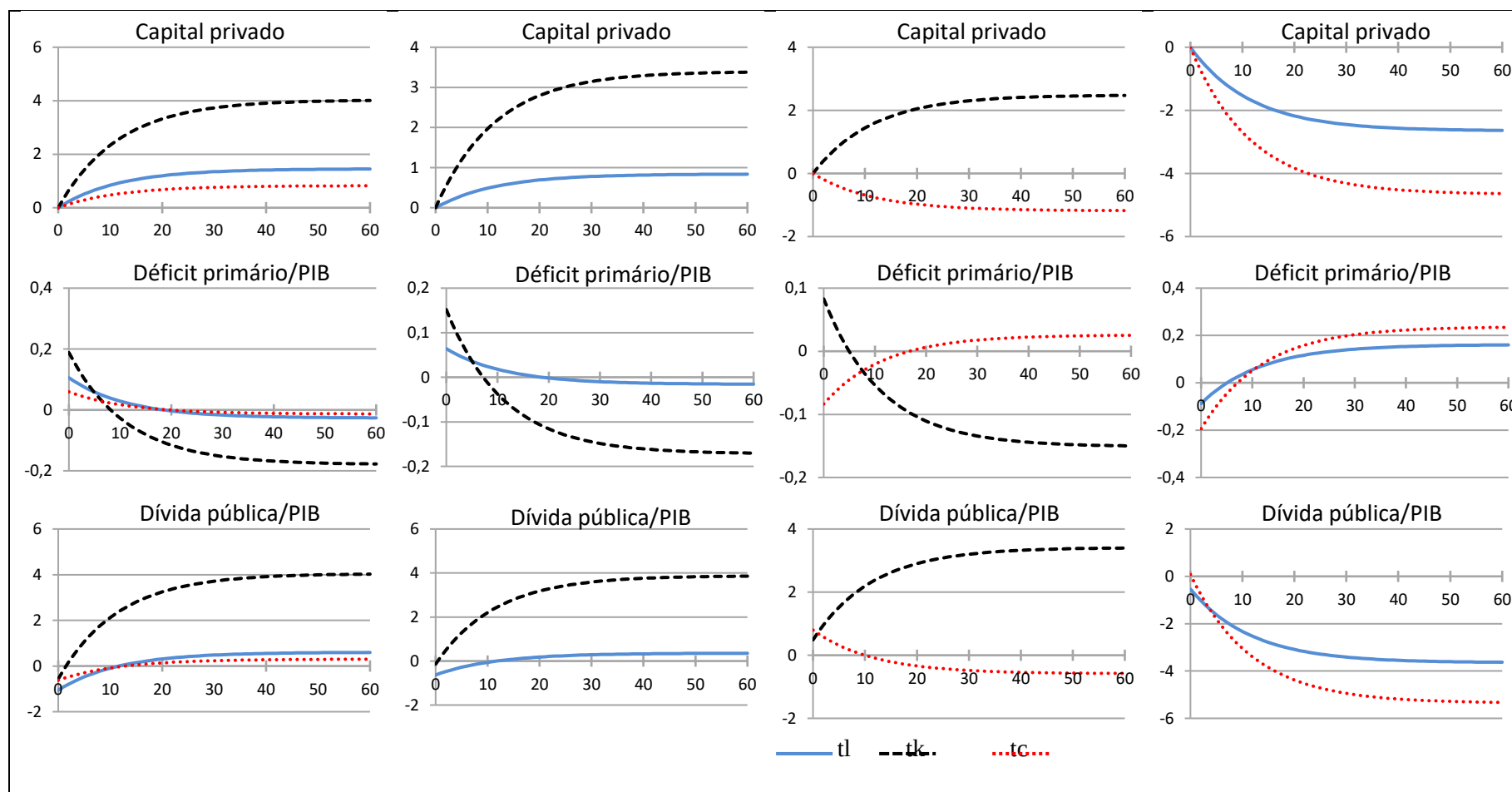


Figura 2 - Grécia: dinâmica de transição de mudanças na composição tributária (conclusão)



Fonte: A autora, 2016.

Notas: As séries plotadas são desvios percentuais do equilíbrio pré-reforma para todas as variáveis exceto o déficit primário sobre produto e as taxas de tributação, que estão em pontos percentuais. Cada coluna corresponde ao instrumento de política que ajusta para garantir a solvência fiscal. Uma mudança positiva na razão déficit primário/produto significa que o resultado primário se deteriorou em comparação ao equilíbrio pré-reforma.

Figura 3 - Grécia: dinâmica de transição de mudanças no gasto público (continua)

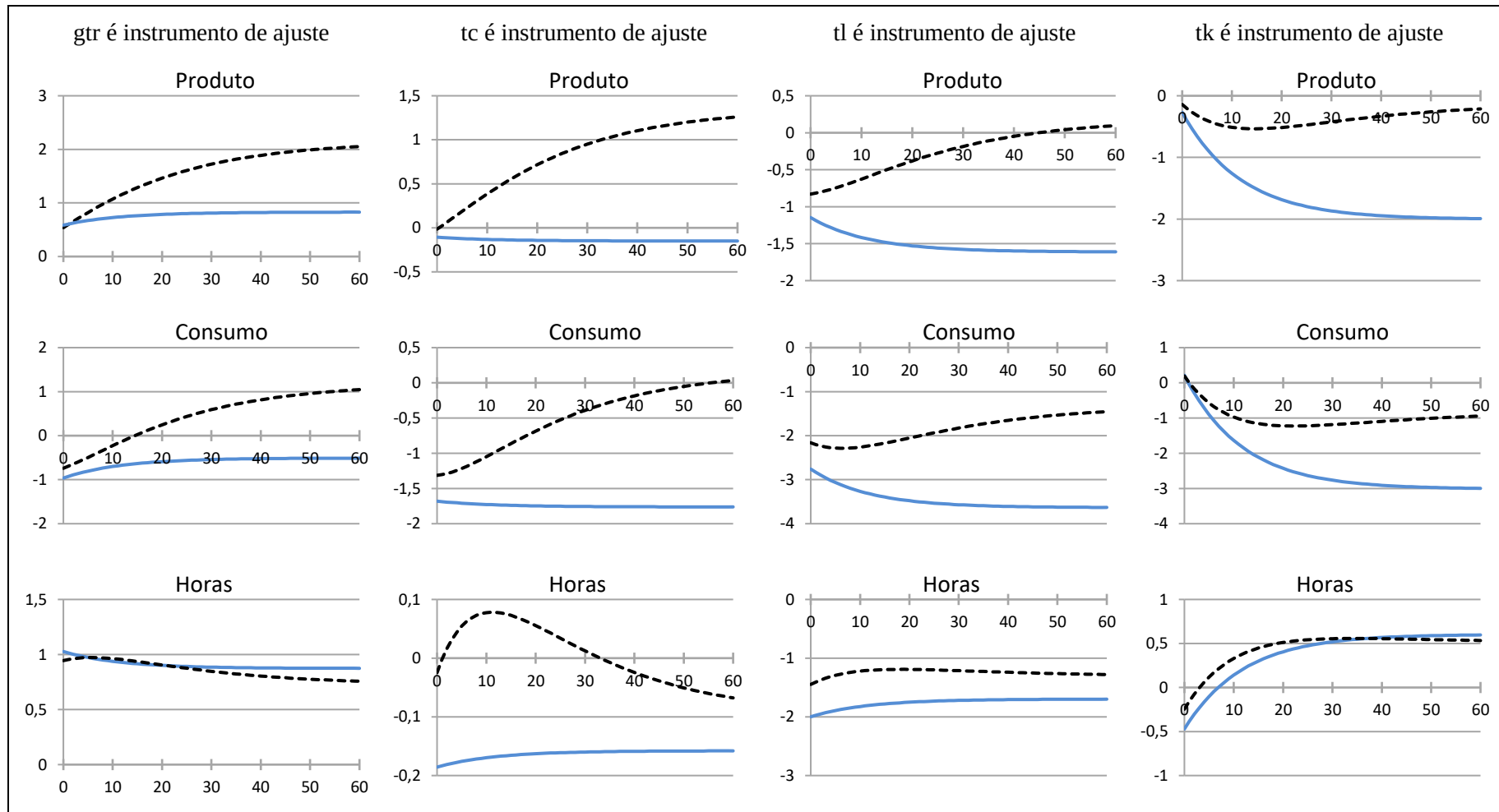
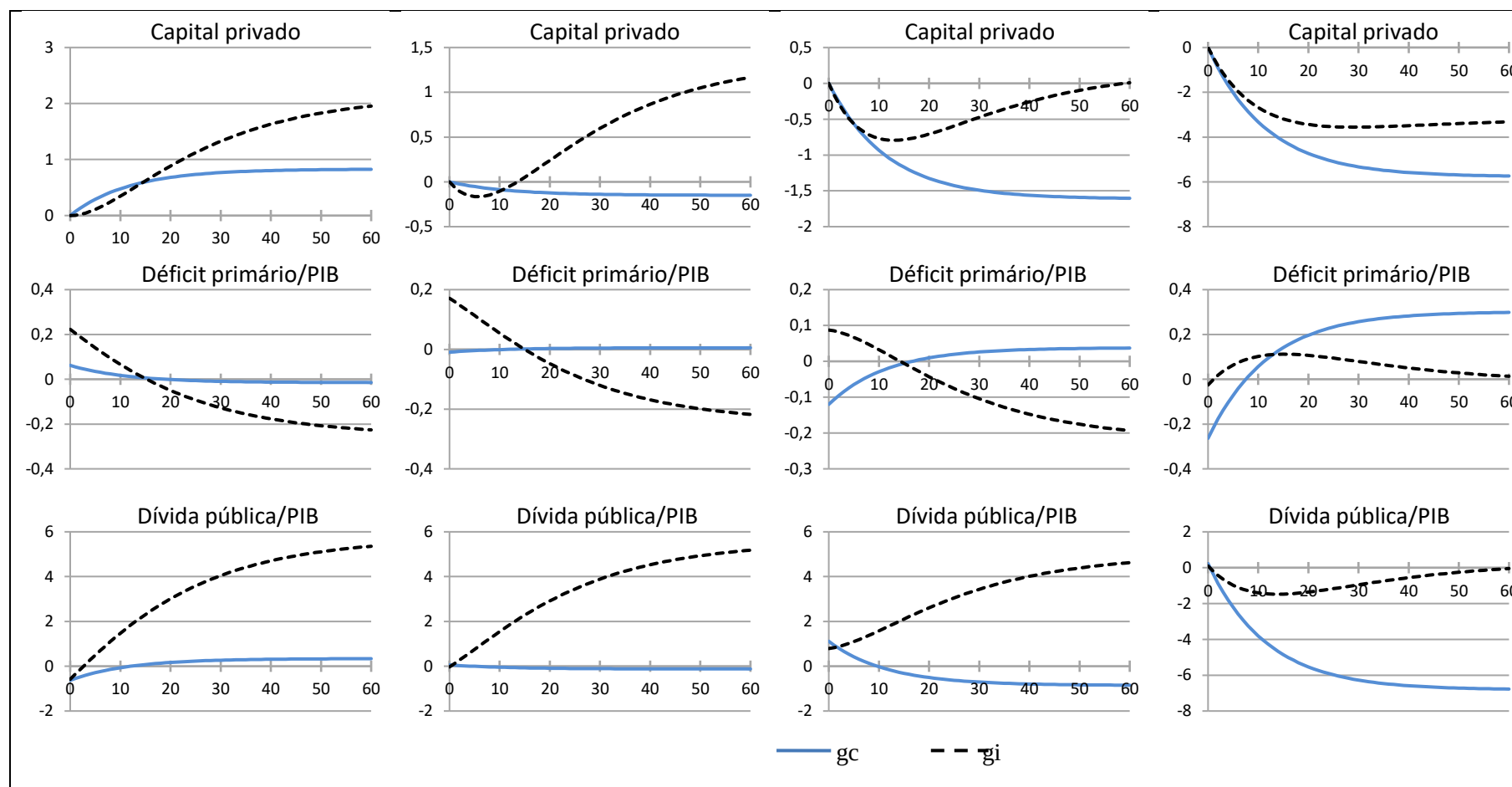


Figura 3 - Grécia: dinâmica de transição de mudanças no gasto público (conclusão)



Fonte: A AUTORA, 2016.

Notas: As séries plotadas são desvios percentuais do equilíbrio pré-reforma para todas as variáveis exceto o déficit primário sobre produto e as taxas de tributação, que estão em pontos percentuais. Cada coluna corresponde ao instrumento de política que ajusta para garantir a solvência fiscal. Uma mudança positiva na razão déficit primário/produto significa que o resultado primário se deteriorou em comparação ao equilíbrio pré-reforma.

Figura 4 - Grécia: dinâmica de transição de consolidações fiscais (continua)

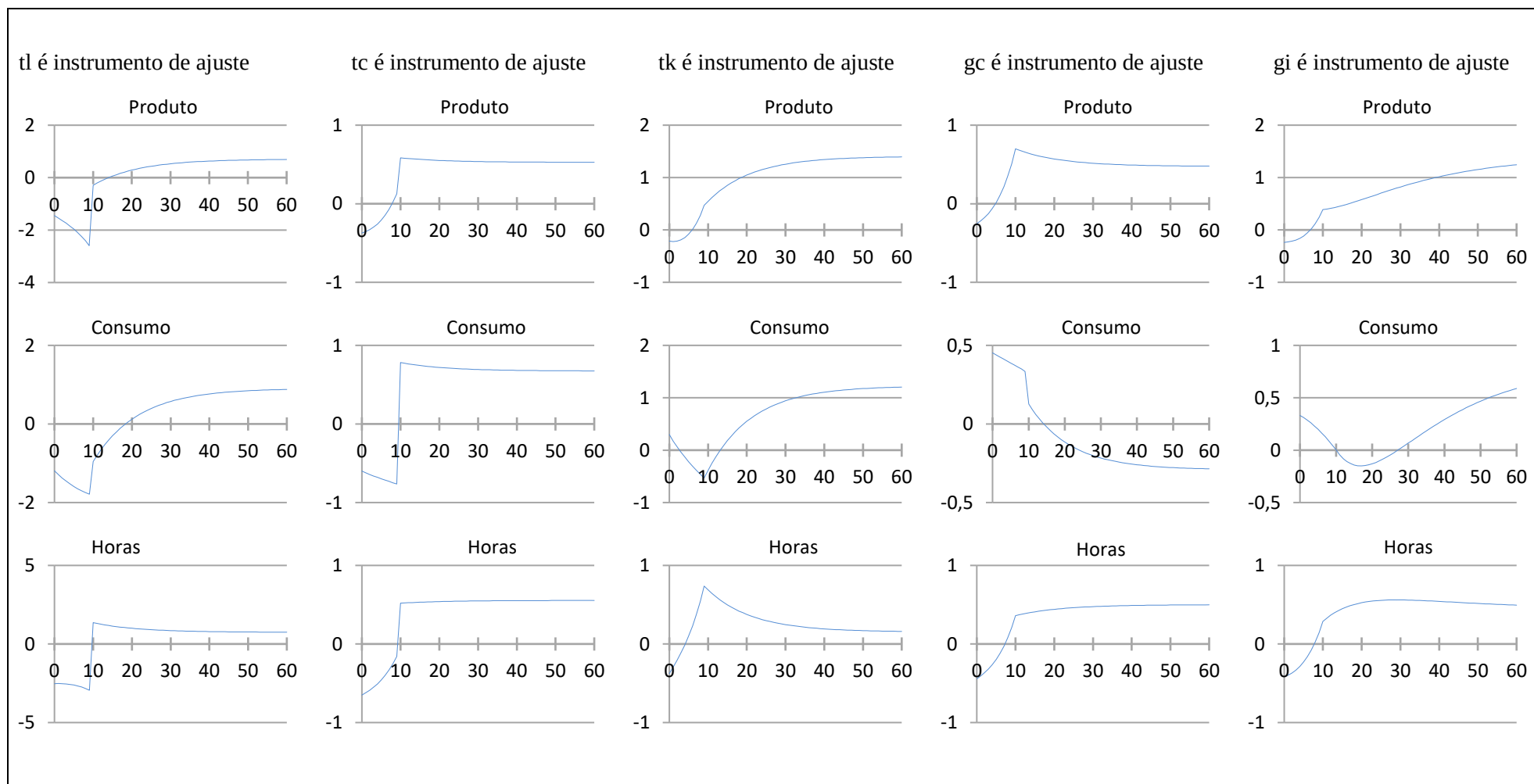
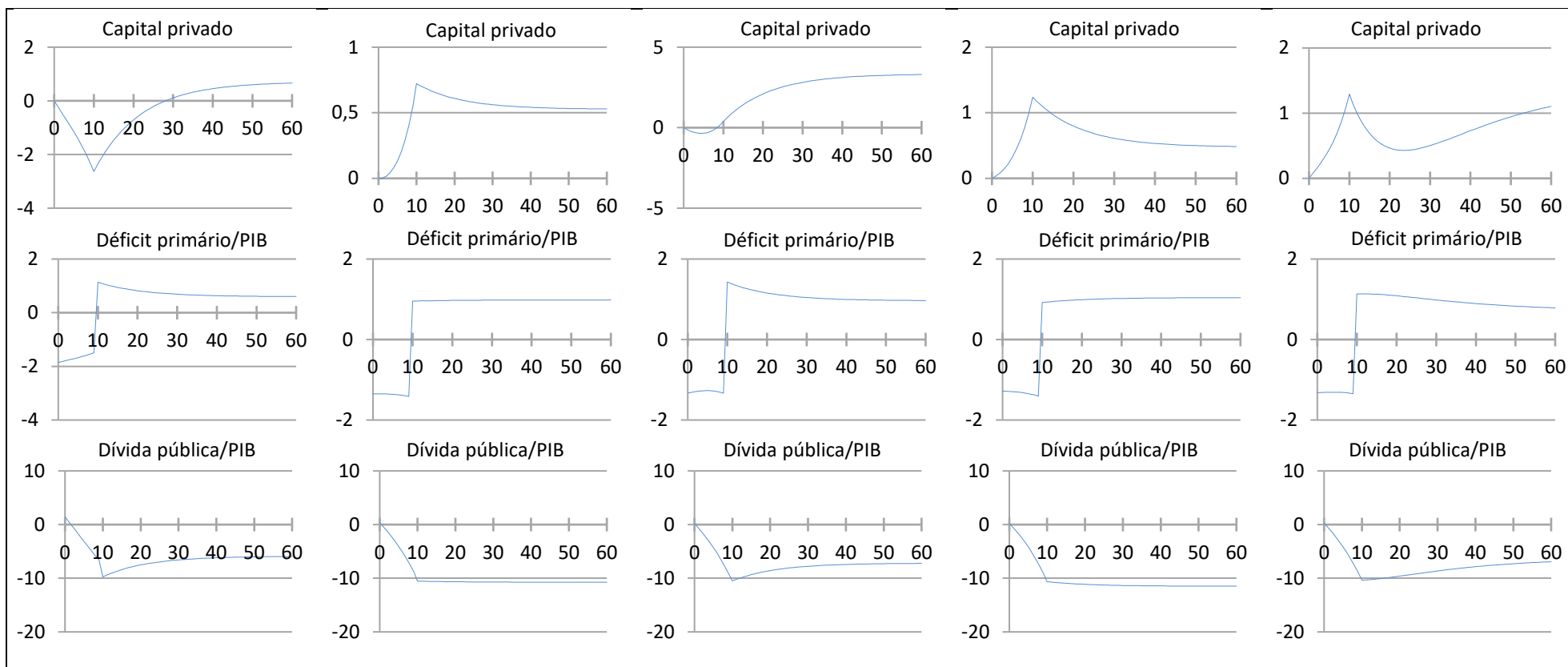


Figura 4 - Grécia: dinâmica de transição de consolidações fiscais (conclusão)



Fonte: A autora, 2016.

Notas: As séries plotadas são desvios percentuais do equilíbrio pré-reforma para todas as variáveis exceto o déficit primário sobre produto e as taxas de tributação, que estão em pontos percentuais. Cada coluna corresponde ao instrumento de política que ajusta para garantir a solvência fiscal. Uma mudança positiva na razão déficit primário/produto significa que o resultado primário se deteriorou em comparação ao equilíbrio pré-reforma.

APÊNDICE C – Códigos dos programas GAMS desenvolvidos

C.1 Código GAMS desenvolvido para obtenção dos resultados da Tabela 2

```

$title Optimal Fiscal Policy model (OPTdebt,SEQ=64)
$ontext
OPTDEBT is a Dynamic General Equilibrium Model to calculate optimal fiscal
policy to stabilize the trajectory of public debt based on the paper:
Dimitris Papageorgiou, Fiscal policy reforms in general equilibrium:
The case of Greece, Journal of Macroeconomics 34 (2012) p. 504-522
$offtext
$option decimals=5;
SET t time /1*50/
tfirst(t) first period
tlast(t) last period
agg macro aggregates /y,c,h,i,k,kg,w,rk,rb,b,gc,gtr,gi,tc,tl,tk,
gtr_y,gi_y,gc_y,d_y,b_y,V,chi/
sol solution /base, exp, change/
sim simulation /1*17/
;

PARAMETER agglevel(agg,t) MACRO AGGREGATES LEVELS
aggratio(agg,t) MACRO AGGREGATES RATIO TO OUTPUT
aggrowth(agg,t) MACRO AGGREGATES GROWTH RATES
SS(agg,sol) STEADY STATE COMPARATIVE STATICS
TAB3(agg,sim) LONG RUN CHANGES IN TAX SPENDING MIX (TABLE 3)
;

PARAMETERS
ak Private capital elasticity in production (a1 in paper) /0.3985/
al Labour elasticity in production (a2 in paper) /0.5715/
akg Public capital elasticity in production (a3 in paper) /0.030/

gaman Population growth factor /1.0066/
gamaz Growth factor of labour augmenting technology /1.02/
deltap Private capital depreciation rate /0.039/
deltag Public capital depreciation rate /0.0257/
zinit Initial level of technological process /1/
sigma Curvature parameter in the utility function /2/
beta Time discount factor /0.9463/
gama Consumption weight in utility function /0.3865/
theta Substitutability between private and public consumption /0.1/
;

Display al,ak,akg,gaman,gamaz,deltap,deltag,zinit,sigma,beta,gama,theta;

tfirst(t) = yes$(ord(t) eq 1);
tlast(t) = yes$(ord(t) eq card(t));

#####
* Steady state (SS)
#####

VARIABLES

y_ SS output
c_y SS consumption over output
i_y SS investment over output
h_ SS hours worked
k_y SS private capital over output
kg_y SS public capital over output
rb_ SS interest rate

```

```

b_y    SS public debt over output
gtr_y  SS public transfers over output
gc_y   SS government consumption over output
gi_y   SS government investment over output
d_y    SS primary deficit over output
gtr_   SS public transfers
gc_    SS government consumption
gi_    SS government investment
tc_    tax rate on consumption
tl_    tax rate on labor income
tk_    tax rate on capital income

gama_  SS consumption weight in utility function
beta_  SS time discount factor

rk_    SS real interest rate
w_     SS wage rate
V_     SS discounted utility of consumption
;

EQUATIONS

B1 SS private capital calculation
B2 SS investment calculation
B3 SS interest rate calculation
B4 SS output demand calculation
B4A SS household budget constraint
B5 SS hours worked calculation
B6 SS public capital calculation
B7 SS output supply calculation
B8 SS government budget balance

C1 SS definition of real interest rate
C2 SS definition of wage rate
C3 SS definition of gtr_y
C4 SS definition of gc_y
C5 SS definition of gi_y
* C6 SS definition of g_y
E1_ SS utility of consumption calculation
;

B1.. k_y    =E= beta_*ak*(1-tk_)/{gama_ + beta_*[(1-tk_)*deltap - 1]};
B2.. i_y    =E= [gama_*gama_ - (1-deltap)]*k_y;
B3.. rb_    =E= (1-tk_)*(ak/k_y - deltap);
B4.. c_y    =E= 1 - i_y - gc_y - gi_y;
* equation below is consumer budget constraint (equation 4 of paper)
* steady state profits are zero
B4A.. c_y*(1+tc_) + i_y =E=
      (1-tl_)*w_*h_ + (1-tk_)*rk_*k_y + rb_*b_y + gtr_y + tk_*deltap*k_y ;
B5.. h_     =E= (al*(gama_/(1-gama_))*((1-tl_)/(1+tc_)))/(c_y + theta*gc_y +
      al*(gama_/(1-gama_))*((1-tl_)/(1+tc_)));
B6.. kg_y   =E= gi_y/(gama_*gama_ - (1 - deltag));
B7.. y_     =E= (k_y**(ak/al))*h_*(kg_y**(akg/al));
B8.. gtr_y  =E= b_y*(gama_*gama_ - (1+rb_)) + tc_*c_y + tl_*al + tk_*(ak+akg) -
      tk_*deltap*k_y - gc_y - gi_y;

* following equations are just definitions
C1.. rk_    =E= ak/k_y;
C2.. w_     =E= al*y_/h_;
C3.. gtr_y  =E= gtr_/y_;
C4.. gc_y   =E= gc_/y_;
C5.. gi_y   =E= gi_/y_;

E1_.. V_    =E= {(c_y*y_ + theta*gc_y*y_)**gama_ * (1-h_)**(1-gama_)]**(1-sigma)/
      (1-sigma)} * (1/(1-beta_));

*MODEL GreeceSS /B1,B2,B3,B4,B4A,B5,B6,B7,B8,C1,C2,E1_/;
MODEL GreeceSS /B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,C1,C2,C3,C4,C5,E1_/;

```



```

* HH budget balance implied by Gov and firms budget balance (Walras' law)

* Initial values for endogenous variables from paper
c_y.L = 0.6340;
k_y.L = 2.8662;
kg_y.L = 0.5722;
rb_.L = 0.0779;
gtr_y.L = 0.1116;
*d_y.L = -0.0442;
h_.L = 0.2353;
b_y.L = 0.8646;
y_.L = 0.5100;
gama_.L = 0.3865;
beta_.L = 0.9463;

#####
* Calculate beta and gama to make calibrated
* values a solution of the SS model
#####

* predetermined variables from paper
* in last paragraph of section 3.1 he says ss i/y is given
i_y.fx = 0.1884;
* in last paragraph of section 3.2 he says the SS b/y is given
b_y.fx = 0.8646;
* in last paragraph of section 3.1 he claims model calibrated for h= 0.2353
* but in fact the value he used was the one below
h_.fx = 0.2555;

* fiscal variables
gc_y.fx = 0.1476;
gi_y.fx = 0.030;
tc_.fx = 0.1613;
tl_.fx = 0.2819;
tk_.fx = 0.2213;

OPTION MCP=PATH;
SOLVE GreeceSS using MCP;

display "calibrated parameters", beta_.L,gama_.L;

DISPLAY "BASE SS SOLUTION";

display k_y.L,i_y.L,c_y.L,h_.L,kg_y.L,b_y.L,gc_y.L,gi_y.L,gtr_y.L,
      tc_.L,tl_.L,tk_.L,y_.L,rb_.L,rk_.L,w_.L,b_y.L,V_.L;

#####
* SS SOLUTION WITH CALIBRATED PARAMETERS
#####

* fix 2 parameters, free 2
gama_.fx = gama_.L;
beta_.fx = beta_.L;
h_.UP = +inf;
h_.LO = -inf;
i_y.UP = +inf;
i_y.LO = -inf;
* b_y remains fixed
* gtr_y remains free

OPTION MCP=PATH;
SOLVE GreeceSS using MCP;

SS("y","base") = y_.L;
SS("c","base") = c_y.L*y_.L;
SS("i","base") = i_y.L*y_.L;
SS("h","base") = h_.L;
SS("k","base") = k_y.L*y_.L;

```

```

SS("kg","base") = kg_y.L*y_.L;
SS("b","base") = b_y.L*y_.L;
SS("rb","base") = rb_.L;
SS("gc","base") = gc_.L;
SS("gtr","base") = gtr_.L;
SS("gi","base") = gi_.L;
SS("tc","base") = tc_.L;
SS("tl","base") = tl_.L;
SS("tk","base") = tk_.L;
SS("rk","base") = rk_.L;
SS("w","base") = w_.L;
SS("gtr_y","base") = gtr_y.L;
SS("gc_y","base") = gc_y.L;
SS("gi_y","base") = gi_y.L;
SS("d_y","base") = gtr_y.L + gc_y.L + gi_y.L + tk_.L*k_y.L*deltap - tc_.L*c_y.L -
tl_.L*al - tk_.L*(ak+akg);
SS("b_y","base") = b_y.L;
SS("v","base") = v_.L;

```

```

#####
* CALCULATE LONG-RUN EFFECTS OF TAX POLICY
* (REPRODUCE TABLE 3 OF PAPER)
#####

```

```

* 1) Reduction of revenue from tl by 1% of steady-state output

```

```

tl_.FX = SS("tl","base") - 0.01/al;
gc_y.UP = +INF;
gc_y.LO = -INF;
gi_y.UP = +INF;
gi_y.LO = -INF;
gc_.FX = SS("gc","base");
gi_.FX = SS("gi","base");
* endogenous variables as in SS base case:
* b_y fixed
* gtr_y free
* h_ free
* i_y free

```

```

* 1.a) gtr adjusts

```

```

SOLVE GreeceSS using MCP;

```

```

$batinclude "report.txt" "1";

```

```

DISPLAY "SIMULATION OF REVENUE FROM tl DECREASE BY 1% OF y_ WITH gtr ADJUSTING";
DISPLAY SS;

```

```

* 1.b) tc adjusts
gtr_.FX = SS("gtr","base");
tc_.UP = +inf;
tc_.LO = -inf;

```

```

SOLVE GreeceSS using MCP;

```

```

$batinclude "report.txt" "2";

```

```

DISPLAY "SIMULATION OF REVENUE FROM tl DECREASE BY 1% OF y_ WITH tc ADJUSTING";
DISPLAY SS;

```

```

* 1.c) tk adjusts
tc_.FX = SS("tc","base");
tk_.UP = +inf;
tk_.LO = -inf;

```

```

SOLVE GreeceSS using MCP;

```

```

$batinclude "report.txt" "3";

DISPLAY "SIMULATION OF REVENUE FROM t1 DECREASE BY 1% OF y_ WITH tk ADJUSTING";
DISPLAY SS;

#####

* 2) Reduction of revenue from tk by 1% of steady-state output
t1_.FX = SS("t1","base");
tk_.FX = SS("tk","base") - 0.01/ak;

* 2.a) gtr adjusts
gtr_.UP = +inf;
gtr_.LO = -inf;

SOLVE GreeceSS using MCP;

$batinclude "report.txt" "4";

DISPLAY "SIMULATION OF REVENUE FROM tk DECREASE BY 1% OF y_ WITH gtr ADJUSTING";
DISPLAY SS;

* 2.b) tc adjusts
gtr_.FX = SS("gtr","base");
tc_.UP = +inf;
tc_.LO = -inf;

SOLVE GreeceSS using MCP;

$batinclude "report.txt" "5";

DISPLAY "SIMULATION OF REVENUE FROM tk DECREASE BY 1% OF y_ WITH tc ADJUSTING";
DISPLAY SS;

* 2.c) t1 adjusts
tc_.FX = SS("tc","base");
t1_.UP = +inf;
t1_.LO = -inf;

SOLVE GreeceSS using MCP;

$batinclude "report.txt" "6";

DISPLAY "SIMULATION OF REVENUE FROM tk DECREASE BY 1% OF y_ WITH t1 ADJUSTING";
DISPLAY SS;

#####

* 3) Reduction of revenue from tc by 1% of steady-state output

t1_.FX = SS("t1","base");
tk_.FX = SS("tk","base");
tc_.FX = SS("tc","base") - 0.01/[SS("c","base")/SS("y","base")];

* 3.a) gtr adjusts
gtr_.UP = +inf;
gtr_.LO = -inf;

SOLVE GreeceSS using MCP;

$batinclude "report.txt" "7";

DISPLAY "SIMULATION OF REVENUE FROM tc DECREASE BY 1% OF y_ WITH gtr ADJUSTING";
DISPLAY SS;

* 3.b) t1 adjusts
gtr_.FX = SS("gtr","base");
t1_.UP = +inf;

```

```

tl_.LO = -inf;

SOLVE GreeceSS using MCP;

$batinclude "report.txt" "8";

DISPLAY "SIMULATION OF REVENUE FROM tc DECREASE BY 1% OF y_ WITH tl ADJUSTING";
DISPLAY SS;

* 3.c) tk adjusts
tl_.FX = SS("tl","base");
tk_.UP = +inf;
tk_.LO = -inf;

SOLVE GreeceSS using MCP;

$batinclude "report.txt" "9";

DISPLAY "SIMULATION OF REVENUE FROM tc DECREASE BY 1% OF y_ WITH tk ADJUSTING";
DISPLAY SS;

#####

* 4) Increase of gc by 1% of steady-state output
tl_.FX = SS("tl","base");
tc_.FX = SS("tc","base");
tk_.FX = SS("tk","base");
gc_.FX = SS("gc","base") + SS("y","base")*0.01;
gc_y.UP = +inf;
gc_y.LO = -inf;

* 4.a) gtr adjusts
gtr_.UP = +inf;
gtr_.LO = -inf;

SOLVE GreeceSS using MCP;

$batinclude "report.txt" "10";

DISPLAY "SIMULATION OF gc INCREASE BY 1% OF y_ WITH gtr ADJUSTING";
DISPLAY SS;

* 4.b) tc adjusts
gtr_.FX = SS("gtr","base");
tc_.UP = +inf;
tc_.LO = -inf;

SOLVE GreeceSS using MCP;

$batinclude "report.txt" "11";

DISPLAY "SIMULATION OF gc INCREASE BY 1% OF y_ WITH tc ADJUSTING";
DISPLAY SS;

* 4.c) tl adjusts
tc_.FX = SS("tc","base");
tl_.UP = +inf;
tl_.LO = -inf;

SOLVE GreeceSS using MCP;

$batinclude "report.txt" "12";

DISPLAY "SIMULATION OF gc INCREASE BY 1% OF y_ WITH tl ADJUSTING";
DISPLAY SS;

* 4.d) tk adjusts
tl_.FX = SS("tl","base");

```

```

tk_.UP = +inf;
tk_.LO = -inf;

SOLVE GreeceSS using MCP;

$batinclude "report.txt" "13";

DISPLAY "SIMULATION OF gc INCREASE BY 1% OF y_ WITH tk ADJUSTING";
DISPLAY SS;

#####

* 5) Increase of gi by 1% of steady-state output

tk_.FX = SS("tk","base");
gc_.FX = SS("gc","base");

gi_.FX = SS("gi","base") + SS("y","base")*0.01;
gi_y.UP = +inf;
gi_y.LO = -inf;

* 5.a) gtr adjusts
gtr_.UP = +inf;
gtr_.LO = -inf;

SOLVE GreeceSS using MCP;

$batinclude "report.txt" "14";

DISPLAY "SIMULATION OF gi INCREASE BY 1% OF y_ WITH gtr ADJUSTING";
DISPLAY SS;

* 5.b) tc adjusts
gtr_.FX = SS("gtr","base");
tc_.UP = +inf;
tc_.LO = -inf;

SOLVE GreeceSS using MCP;

$batinclude "report.txt" "15";

DISPLAY "SIMULATION OF gi INCREASE BY 1% OF y_ WITH tc ADJUSTING";
DISPLAY SS;

* 5.c) tl adjusts
tc_.FX = SS("tc","base");
tl_.UP = +inf;
tl_.LO = -inf;

SOLVE GreeceSS using MCP;

$batinclude "report.txt" "16";

DISPLAY "SIMULATION OF gi INCREASE BY 1% OF y_ WITH tl ADJUSTING";
DISPLAY SS;

* 5.d) tk adjusts
tl_.FX = SS("tl","base");
tk_.UP = +inf;
tk_.LO = -inf;

SOLVE GreeceSS using MCP;
$batinclude "report.txt" "17";

DISPLAY "SIMULATION OF gi INCREASE BY 1% OF y_ WITH tk ADJUSTING";
DISPLAY SS;
DISPLAY TAB3;
$LIBInclude Xlexport TAB3 TAB3.XLS Plan1!A1:R24

```

C.2 Código GAMS desenvolvido para obter as trajetórias da Figura 2 (Apêndice B)

```

$title Optimal Fiscal Policy model (OPTdebt,SEQ=64)
$ontext
OPTDEBT is a Dynamic General Equilibrium Model to calculate optimal fiscal
policy to stabilize the trajectory of public debt based on the paper:
Dimitris Papageorgiou, Fiscal policy reforms in general equilibrium:
The case of Greece, Journal of Macroeconomics 34 (2012) p. 504-522
$offtext
option decimals=4;
SET t time /1*200/
    tfirst(t) first period
    tlast(t) last period
    agg macro aggregates /y,c,h,i,k,kg,w,rk,rb,b,gc,gtr,gi,tc,tl,tk,
gtr_y,gi_y,gc_y,b_y,d,V,chi/
    sol solution /base, exp, change/
sim simulation /1*17/
;

PARAMETER agglevel(agg,t) MACRO AGGREGATES LEVELS
    aggratio(agg,t) MACRO AGGREGATES RATIO TO OUTPUT
    aggrowth(agg,t) MACRO AGGREGATES GROWTH RATES
aggdev (agg,t) MACRO AGGREGATES DEVIATIONS
SS(agg,sol) STEADY STATE COMPARATIVE STATICS
    TAB3(agg,sim) LONG RUN CHANGES IN TAX SPENDING MIX (TABLE 3)
;

PARAMETERS
ak Private capital elasticity in production (a1 in paper) /0.3985/
al Labour elasticity in production (a2 in paper) /0.5715/
akg Public capital elasticity in production (a3 in paper) /0.030/

gaman Population growth factor /1.0066/
gamaz Growth factor of labour augmenting technology /1.02/
deltap Private capital depreciation rate /0.039/
deltag Public capital depreciation rate /0.0257/
zinit Initial level of technological process /1/
sigma Curvature parameter in the utility function /2/
beta Time discount factor /0.9463/
gama Consumption weight in utility function /0.3865/
theta Substitutability between private and public consumption /0.1/
;

Display al,ak,akg,gaman,gamaz,deltap,deltag,zinit,sigma,beta,gama,theta;

tfirst(t) = yes$(ord(t) eq 1);
tlast(t) = yes$(ord(t) eq card(t));

#####
* DYNAMIC MODEL
#####

VARIABLES

* Endogenous
y(t) product
c(t) private consumption
acg(t) aggregate private and public consumption
acgh(t) aggregate total consumption and leisure
mguc(t) marginal utility of total consumption
i(t) investment
h(t) hours worked
k(t) capital - private
kg(t) capital - public
rb(t) rate of return on public debt
b(t) stock of public debt

```

```

V      discounted lifetime utility

* Predetermined
tc(t) tax rate on consumption
tl(t) tax rate on wage income
tk(t) tax rate on capital income
gc(t) government consumption
gi(t) government investment
gtr(t) government transfers
gtrbar new permanent government tranfers
gibar  new permanent government investment
gcbar  new permanent goverment consumption
tlbar  new permanent labor tax
tkbar  new permanent capital tax
tcbar  new permanent consumption tax
;

EQUATIONS

A1(t)  Consumer equilibrium
A2(t)  Euler equation
A21(t) Aggregate private and public consupction
A22(t) Aggregate total consumption and leisure
A23(t) Calculates marginal utility of total consumption
A3(t)  Interest rate calculation
A4(t)  Private capital accumulation
A5(t)  Public capital accumulation
A6(t)  Production function
A7(t)  Material balance
A8(t)  Government budget balance per period
Fgtr(t) Fix gtr
Fgi(t)  Fix gi
Fgc(t)  Fix gc
Ftl(t)  Fix tl
Ftk(t)  Fix tk
Ftc(t)  Fix tc
E1  Utility calculation
;
* Note first sentence of Appendix A: all model variables written in per unit of
* effective labor i.e  $x=X/(N(t)Z(t))$ . In stationary equilibrium  $dx/dt = 0$ 

A1(t)..  acg(t) =E=  $y(t)*\alpha*[(1-tl(t))/(1+tc(t))]*$ 
[ $\gamma/(1-\gamma)]*[(1-h(t))/h(t)]$ ;

A2(t)$ (ord(t) ne card(t))..  [ $\gamma\alpha z/(1+tc(t))$ ]*mguc(t) =E=
[ $\beta/(1+tc(t+1))$ ]*mguc(t+1)*[ $r_b(t+1)+1$ ];

A21(t)..  acg(t) =E=  $c(t) + \theta*\gamma c(t)$ ;

A22(t)..  acgh(t) =E= [ $\alpha\gamma$ ]*[ $(1-h(t))^{1-\gamma}$ ];

A23(t)..  mguc(t) =E= {[ $\alpha\gamma$ ]*[ $(1-\sigma)$ ] / acg(t)};

A3(t)..  rb(t) =E=  $(1-tk(t))*[\alpha*(y(t)/k(t)) - \delta]$ ;

A4(t)$ (ord(t) ne card(t))..   $\gamma\alpha z*k(t+1)$  =E=  $(1-\delta)*k(t) + i(t)$ ;

A5(t)$ (ord(t) ne card(t))..   $\gamma\alpha z*kg(t+1)$  =E=  $(1-\delta)*kg(t) + gi(t)$ ;

A6(t)..   $y(t)$  =E=  $c(t) + i(t) + gc(t) + gi(t)$ ;

A7(t)..   $y(t)$  =E=  $k(t)^{\alpha_k} * h(t)^{\alpha_l} * kg(t)^{\alpha_{kg}}$ ;

A8(t)$ (ord(t) ne card(t))..   $\gamma\alpha z*b(t+1) + (tc(t)*c(t)) +$ 
( $tl(t)*\alpha_l+tk(t)*(ak+akg))*y(t) - tk(t)*\delta*k(t)$  =E=
 $(1+rb(t))*b(t) + gc(t) + gtr(t) + gi(t)$ ;

```

```

*A9(t).. SUM((t), (gaman*gamaz)**(t)*(PROD((j), (1+ rb(j))**(-
1)))*(gc(t)+gtr(t)+gi(t))+(1+rb0)*b0 =E=
*      SUM((t), (gaman*gamaz)**(t)*(PROD((j), (1+ rb(j))**(-
1)))*(tc(t)*c(t))+(tl(t)*al+tk(t)*(ak+akg))*y(t)- tk(t)*deltap*k(t));

Fgtr(t).. gtr(t) =E= gtrbar;

Fgi(t).. gi(t) =E= gibar;

Fgc(t).. gc(t) =E= gcbar;

Ftl(t).. tl(t) =E= tlbar;

Ftk(t).. tk(t) =E= tkbar;

Ftc(t).. tc(t) =E= tcbar;

E1.. V =E= sum(t,beta**ord(t) * [acgh(t)**(1-sigma)/(1-sigma)]);

* for parameters use calibrated values for dynamic model
beta = 0.9463;
gama = 0.3865;

MODEL Greece /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,E1/;

* Initial values for endogenous variables
* In SS all level variables grow at the composite rate of productivity and
population

h.L(t) = 0.2555;
y.L(t) = 0.5171;
k.L(t) = 0.5171 * 2.8662;
kg.L(t) = 0.5171 * 0.5722;
c.L(t) = 0.5171 * 0.6340;
i.fx(tlast) = 0.5171 * 0.1884;
V.L = 1;

*State variables

*****
b.fx(tlast) = 0.5171 * 0.8646;
*****
k.fx(tfirst) = 0.5171 * 2.8662;
kg.fx(tfirst) = 0.5171 * 0.5722;

* Fiscal policy
tc.fx(t) = 0.1613;
tl.fx(t) = 0.2819;
tk.fx(t) = 0.2213;
gc.fx(t) = 0.5171 * 0.1476;
gi.fx(t) = 0.5171 * 0.030;
gtr.fx(t) = 0.5171 * 0.1116;

* Auxiliary variables
acg.L(t) = c.L(t) + theta*gc.L(t);
acgh.L(t) = [acg.L(t)**gama]*[(1-h.L(t))**(1-gama)];
mguc.L(t) = [acgh.L(t)**(1-sigma)] / acg.L(t);
rb.L(t) = (1+tk.L(t))*[ak*(y.L(t)/k.L(t))-deltap] ;

OPTION MCP=PATH;
SOLVE Greece using MCP;

*-----
* Prepare table of agglevel for printing
*-----

DISPLAY V.L;

```



```

$batinclude "report_dyn.txt";
$LIBInclude Xlexport agglevel dynresults.XLS SS!A1:GS15;

*-----
* initial value of all state variables
*-----
MODEL Greece_gtr /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,Fgtr,E1/;
* 1) Reduction of revenue from t1 by 1% of steady-state output
t1.FX(t) = 0.2819 - 0.01/a1;
b.fx(tfirst) = 0.5171 * 0.8646;

* 1.a) gtr adjusts
gtr.UP(t)=+inf;
gtr.LO(t)=-inf;
b.FX(tlast) = 0.45355;

OPTION MCP=PATH;
SOLVE Greece_gtr using MCP;

DISPLAY "SIMULATION OF REVENUE FROM t1 DECREASE BY 1% OF y_ WITH gtr ADJUSTING";
$batinclude "report_dyn.txt";
$LIBInclude Xlexport agglevel dynresults.XLS 1!A1:GS15;

MODEL Greece_tc /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,Ftc,E1/;
* 1.b) tc adjusts
gtr.FX(t) = 0.5171*0.1116;

tc.UP(t) = +inf;
tc.LO(t) = -inf;
b.FX(tlast) = 0.45088;

OPTION MCP=PATH;
SOLVE Greece_tc using MCP;

DISPLAY "SIMULATION OF REVENUE FROM t1 DECREASE BY 1% OF y_ WITH tc ADJUSTING";
$batinclude "report_dyn.txt";
$LIBInclude Xlexport agglevel dynresults.XLS 2!A1:GS15;

MODEL Greece_tk /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,Ftk,E1/;
* 1.c) tk adjusts
tc.FX(t) = 0.1613;
tk.UP(t) = +inf;
tk.LO(t) = -inf;
b.FX(tlast) = 0.44223;

OPTION MCP=PATH;
SOLVE Greece_tk using MCP;

DISPLAY "SIMULATION OF REVENUE FROM t1 DECREASE BY 1% OF y_ WITH tk ADJUSTING";
$batinclude "report_dyn.txt";
$LIBInclude Xlexport agglevel dynresults.XLS 3!A1:GS15;

#####

* 2) Reduction of revenue from tk by 1% of steady-state output
t1.FX(t) = 0.2819;
tk.FX(t) = 0.2213 - 0.01/ak;

MODEL Greece_gtr2 /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,Fgtr,E1/;
* 2.a) gtr adjusts
gtr.UP(t) = +inf;
gtr.LO(t) = -inf;
b.FX(tlast) = 0.45462;

OPTION MCP=PATH;

```

```

SOLVE Greece_gtr2 using MCP;

DISPLAY "SIMULATION OF REVENUE FROM tk DECREASE BY 1% OF y_ WITH gtr ADJUSTING";
$batinclude "report_dyn.txt";
$LIBInclude Xlexport agglevel dynresults.XLS 4!A1:GS15;

MODEL Greece_tc2 /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,Ftc,E1/;
* 2.b) tc adjusts
gtr.FX(t) = 0.5171*0.1116;
tc.UP(t) = +inf;
tc.LO(t) = -inf;
b.FX(tlast) = 0.45270;

OPTION MCP=PATH;
SOLVE Greece_tc2 using MCP;

DISPLAY "SIMULATION OF REVENUE FROM tk DECREASE BY 1% OF y_ WITH tc ADJUSTING";
$batinclude "report_dyn.txt";
$LIBInclude Xlexport agglevel dynresults.XLS 5!A1:GS15;

MODEL Greece_tl2 /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,Ftl,E1/;
* 2.c) tl adjusts
tc.FX(t) = 0.1613;
tl.UP(t) = +inf;
tl.LO(t) = -inf;
b.FX(tlast) = 0.44981;

OPTION MCP=PATH;
SOLVE Greece_tl2 using MCP;

DISPLAY "SIMULATION OF REVENUE FROM tk DECREASE BY 1% OF y_ WITH tl ADJUSTING";
$batinclude "report_dyn.txt";
$LIBInclude Xlexport agglevel dynresults.XLS 6!A1:GS15;

#####

MODEL Greece_gtr3 /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,Fgtr,E1/;
* 3) Reduction of revenue from tc by 1% of steady-state output

tl.FX(t) = 0.2819;
tk.FX(t) = 0.2213;
tc.FX(t) = 0.1613 - 0.01/[(0.5171*0.6340)/0.5171];

* 3.a) gtr adjusts
gtr.UP(t) = +inf;
gtr.LO(t) = -inf;
b.FX(tlast) = 0.45073;

OPTION MCP=PATH;
SOLVE Greece_gtr3 using MCP;

DISPLAY "SIMULATION OF REVENUE FROM tc DECREASE BY 1% OF y_ WITH gtr ADJUSTING";
$batinclude "report_dyn.txt";
$LIBInclude Xlexport agglevel dynresults.XLS 7!A1:GS15;

MODEL Greece_tl3 /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,Ftl,E1/;
* 3.b) tl adjusts
gtr.FX(t) = 0.5171*0.1116;
tl.UP(t) = +inf;
tl.LO(t) = -inf;
b.FX(tlast) = 0.44142;

OPTION MCP=PATH;
SOLVE Greece_tl3 using MCP;

```

```

DISPLAY "SIMULATION OF REVENUE FROM tc DECREASE BY 1% OF y_ WITH t1 ADJUSTING";
$batinclude "report_dyn.txt";
$LIBInclude Xlexport agglevel dynresults.XLS 8!A1:GS15;

```

```

MODEL Greece_tk3 /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,Ftk,E1/;
* 3.c) tk adjusts
t1.FX(t) = 0.2819;
tk.UP(t) = +inf;
tk.LO(t) = -inf;
b.FX(tlast) = 0.43493;

```

```

OPTION MCP=PATH;
SOLVE Greece_tk3 using MCP;

```

```

DISPLAY "SIMULATION OF REVENUE FROM tc DECREASE BY 1% OF y_ WITH tk ADJUSTING";
$batinclude "report_dyn.txt";
$LIBInclude Xlexport agglevel dynresults.XLS 9!A1:GS15;

```

```

#####

```

```

MODEL Greece_gtr4 /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,Fgtr,E1/;
* 4) Increase of gc by 1% of steady-state output
tc.FX(t) = 0.1613;
tk.FX(t) = 0.2213;
gc.FX(t) = 0.0763 + 0.5171*0.01;

```

```

* 4.a) gtr adjusts
gtr.UP(t) = +inf;
gtr.LO(t) = -inf;
b.FX(tlast) = 0.45077;

```

```

OPTION MCP=PATH;
SOLVE Greece_gtr4 using MCP;

```

```

DISPLAY "SIMULATION OF gc INCREASE BY 1% OF y_ WITH gtr ADJUSTING";
$batinclude "report_dyn.txt";
$LIBInclude Xlexport agglevel dynresults.XLS 10!A1:GS15;

```

```

MODEL Greece_tc4 /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,Ftc,E1/;
* 4.b) tc adjusts
gtr.FX(t) = 0.5171*0.1116;
tc.UP(t) = +inf;
tc.LO(t) = -inf;
b.FX(tlast) = 0.44634;

```

```

OPTION MCP=PATH;
SOLVE Greece_tc4 using MCP;

```

```

DISPLAY "SIMULATION OF gc INCREASE BY 1% OF y_ WITH tc ADJUSTING";
$batinclude "report_dyn.txt";
$LIBInclude Xlexport agglevel dynresults.XLS 11!A1:GS15;

```

```

MODEL Greece_t14 /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,Ft1,E1/;
* 4.c) t1 adjusts
tc.FX(t) = 0.1613;
t1.UP(t) = +inf;
t1.LO(t) = -inf;
b.FX(tlast) = 0.43928;

```

```

OPTION MCP=PATH;
SOLVE Greece_t14 using MCP;

```

```

DISPLAY "SIMULATION OF gc INCREASE BY 1% OF y_ WITH t1 ADJUSTING";

```

```

$batinclude "report_dyn.txt";
$LIBInclude Xlexport agglevel dynresults.XLS 12!A1:GS15;

MODEL Greece_tk4 /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,Ftk,E1/;
* 4.d) tk adjusts
tl.FX(t) = 0.2819;
tk.UP(t) = +inf;
tk.LO(t) = -inf;
b.FX(tlast) = 0.43084;

OPTION MCP=PATH;
SOLVE Greece_tk4 using MCP;

DISPLAY "SIMULATION OF gc INCREASE BY 1% OF y_ WITH tk ADJUSTING";
$batinclude "report_dyn.txt";
$LIBInclude Xlexport agglevel dynresults.XLS 13!A1:GS15;

#####

MODEL Greece_gtr5 /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,Fgtr,E1/;
* 5) Increase of gi by 1% of steady-state output
tk.FX(t) = 0.2213;
gc.FX(t) = 0.0763;
gi.FX(t) = 0.0155 + 0.5171*0.01;

* 5.a) gtr adjusts
gtr.UP(t) = +inf;
gtr.LO(t) = -inf;
b.FX(tlast) = 0.45667;

OPTION MCP=PATH;
SOLVE Greece_gtr5 using MCP;

DISPLAY "SIMULATION OF gi INCREASE BY 1% OF y_ WITH gtr ADJUSTING";
$batinclude "report_dyn.txt";
$LIBInclude Xlexport agglevel dynresults.XLS 14!A1:GS15;

MODEL Greece_tc5 /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,Ftc,E1/;
* 5.b) tc adjusts
gtr.FX(t) = 0.5171*0.1116;
tc.UP(t) = +inf;
tc.LO(t) = -inf;
b.FX(tlast) = 0.45432;

OPTION MCP=PATH;
SOLVE Greece_tc5 using MCP;

DISPLAY "SIMULATION OF gi INCREASE BY 1% OF y_ WITH tc ADJUSTING";
$batinclude "report_dyn.txt";
$LIBInclude Xlexport agglevel dynresults.XLS 15!A1:GS15;

MODEL Greece_tl5 /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,Ftl,E1/;
* 5.c) tl adjusts
tc.FX(t) = 0.1613;
tl.UP(t) = +inf;
tl.LO(t) = -inf;
b.FX(tlast) = 0.45074;

OPTION MCP=PATH;
SOLVE Greece_tl5 using MCP;

DISPLAY "SIMULATION OF gi INCREASE BY 1% OF y_ WITH tl ADJUSTING";
$batinclude "report_dyn.txt";
$LIBInclude Xlexport agglevel dynresults.XLS 16!A1:GS15;

```

```

MODEL Greece_tk5 /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,Ftk,E1/;
* 5.d) tk adjusts
t1.FX(t) = 0.2819;
tk.UP(t) = +inf;
tk.LO(t) = -inf;
b.FX(tlast) = 0.44667;

OPTION MCP=PATH;
SOLVE Greece_tk5 using MCP;

DISPLAY "SIMULATION OF gi INCREASE BY 1% OF y_ WITH tk ADJUSTING";
$batinclude "report_dyn.txt";
$LIBInclude Xlexport agglevel dynresults.XLS 17!A1:GS15;

```

C.3 Código GAMS para obter as trajetórias da Figura 3 (Apêndice B)

```

$title Optimal Fiscal Policy model (OPTdebt,SEQ=64)
$ontext
OPTDEBT is a Dynamic General Equilibrium Model to calculate optimal fiscal
policy to stabilize the trajectory of public debt based on the paper:
Dimitris Papageorgiou, Fiscal policy reforms in general equilibrium:
The case of Greece, Journal of Macroeconomics 34 (2012) p. 504-522
$offtext
option decimals=7;
SET t time /1*200/
    tfirst(t) first period
    tlast(t) last period
    agg macro aggregates /y,c,h,i,k,kg,w,rk,rb,gc,gtr,gi,tc,tl,tk,
gtr_y,gi_y,gc_y,b,b_y,d,d_y,V/
    sol solution /base, exp, change/
sim simulation /1*17/
;

PARAMETER agglevel(agg,t) MACRO AGGREGATES LEVELS
            SS(agg,sol) STEADY STATE COMPARATIVE STATICS
            TAB3(agg,sim) LONG RUN CHANGES IN TAX SPENDING MIX (TABLE 3)
;

PARAMETERS
ak Private capital elasticity in production (a1 in paper) /0.3985/
al Labour elasticity in production (a2 in paper) /0.5715/
akg Public capital elasticity in production (a3 in paper) /0.030/

gaman Population growth factor /1.0066/
gamaz Growth factor of labour augmenting technology /1.02/
deltap Private capital depreciation rate /0.039/
deltag Public capital depreciation rate /0.0257/
zinit Initial level of technological process /1/
sigma Curvature parameter in the utility function /2/
beta Time discount factor /0.9463/
gama Consumption weight in utility function /0.3865/
theta Substitutability between private and public consumption /0.1/
;

Display al,ak,akg,gaman,gamaz,deltap,deltag,zinit,sigma,beta,gama,theta;

tfirst(t) = yes$(ord(t) eq 1);
tlast(t) = yes$(ord(t) eq card(t));

#####
* DYNAMIC MODEL
#####

VARIABLES

* Endogenous
y(t) product
c(t) private consumption
acg(t) aggregate private and public consumption
acgh(t) aggregate total consumption and leisure
mguc(t) marginal utility of total consumption
i(t) investment
h(t) hours worked
k(t) capital - private
kg(t) capital - public
rb(t) rate of return on public debt
b(t) stock of public debt
V discounted lifetime utility

```

```

* Predetermined
tc(t) tax rate on consuption
tl(t) tax rate on wage income
tk(t) tax rate on capital income
gc(t) government consumption
gi(t) government investment
gtr(t) government tranfers

gtrbar permanent goverment tranfers in steady state

gtrbar_1 permanent goverment tranfers in first period
gibar_1 permanent goverment tranfers in first period
gcbar_1 permanent goverment tranfers in first period
tlbar_1 permanent goverment tranfers in first period
tkbar_1 permanent goverment tranfers in first period
tcbar_1 permanent goverment tranfers in first period

gtrbar_2 permanent goverment tranfers in second period
gibar_2 permanent goverment tranfers in second period
gcbar_2 permanent goverment tranfers in second period
tlbar_2 permanent goverment tranfers in second period
tkbar_2 permanent goverment tranfers in second period
tcbar_2 permanent goverment tranfers in second period
;

EQUATIONS

A1(t) Consumer equilibrium
A2(t) Euler equation
A21(t) Aggregate private and public consuption
A22(t) Aggregate total consumption and leisure
A23(t) Calculates marginal utility of total consuption
A3(t) Interest rate calculation
A4(t) Private capital accumulation
A5(t) Public capital accumulation
A6(t) Production function
A7(t) Material balance
A8(t) Government budget balance per period

Fgtr(t) Fix gtr at steady-state endogenous level

Fgtr_1(t) Fix gtr in first part of debt stabilization
Fgi_1(t) Fix gi in first part of debt stabilization
Fgc_1(t) Fix gc in first part of debt stabilization
Ftl_1(t) Fix tl in first part of debt stabilization
Ftk_1(t) Fix tk in first part of debt stabilization
Ftc_1(t) Fix tc in first part of debt stabilization

Fgtr_2(t) Fix gtr in second part of debt stabilization
Fgi_2(t) Fix gi in second part of debt stabilization
Fgc_2(t) Fix gc in second part of debt stabilization
Ftl_2(t) Fix tl in second part of debt stabilization
Ftk_2(t) Fix tk in second part of debt stabilization
Ftc_2(t) Fix tc in second part of debt stabilization

E1 Utility calculation
;

* Note first sentence of Appendix A: all model variables written in per unit of
* effective labor i.e  $x=X/(N(t)Z(t))$ . In stationary equilibrium  $dx/dt = 0$ 

A1(t).. acg(t) =E=  $y(t)*a1*[(1-tl(t))/(1+tc(t))]*$ 
 $[gamma/(1-gama)]*[(1-h(t))/h(t)];$ 

A2(t)$ (ord(t) ne card(t))..  $[gamaz/(1+tc(t))]*mguc(t) =E=$ 
 $[beta/(1+tc(t+1))]*mguc(t+1)*[rb(t+1)+1];$ 

A21(t).. acg(t) =E=  $c(t) + theta*gc(t);$ 

```

```

A22(t).. acgh(t) =E= [acg(t)**gama]*[(1-h(t))**(1-gama)];

A23(t).. mguc(t) =E= {[acgh(t)**(1-sigma)] / acg(t)};

A3(t).. rb(t) =E= (1-tk(t))*[ak*(y(t)/k(t)) - deltap];

A4(t)$(ord(t) ne card(t)).. gaman*gamaz*k(t+1) =E= (1-deltap)*k(t) + i(t);

A5(t)$(ord(t) ne card(t)).. gaman*gamaz*kg(t+1) =E= (1-deltag)*kg(t) + gi(t);

A6(t).. y(t) =E= c(t) + i(t) + gc(t) + gi(t);

A7(t).. y(t) =E= k(t)**ak * h(t)**al * kg(t)**akg;

A8(t)$(ord(t) ne card(t)).. gaman*gamaz*b(t+1) + (tc(t)*c(t)) +
    (tl(t)*al+tk(t)*(ak+akg))*y(t) - tk(t)*deltap*k(t) =E=
    (1+rb(t))*b(t) + gc(t) + gtr(t) + gi(t);

*A9(t).. SUM((t), (gaman*gamaz)**(t)*(PROD((j), (1+ rb(j))**(-
1))))*(gc(t)+gtr(t)+gi(t))+(1+rb0)*b0 =E=
*      SUM((t), (gaman*gamaz)**(t)*(PROD((j), (1+ rb(j))**(-
1))))*(tc(t)*c(t)+(tl(t)*al+tk(t)*(ak+akg))*y(t)- tk(t)*deltap*k(t));

Fgtr(t).. gtr(t) =E= gtrbar;

Fgi_1(t)$(ord(t)<=10).. gi(t) =E= gibar_1;

Fgc_1(t)$(ord(t)<=10).. gc(t) =E= gcbar_1;

Ftl_1(t)$(ord(t)<=10).. tl(t) =E= tlbar_1;

Ftk_1(t)$(ord(t)<=10).. tk(t) =E= tkbar_1;

Ftc_1(t)$(ord(t)<=10).. tc(t) =E= tcbar_1;

Fgi_2(t)$(ord(t)>10).. gi(t) =E= gibar_2;

Fgc_2(t)$(ord(t)>10).. gc(t) =E= gcbar_2;

Ftl_2(t)$(ord(t)>10).. tl(t) =E= tlbar_2;

Ftk_2(t)$(ord(t)>10).. tk(t) =E= tkbar_2;

Ftc_2(t)$(ord(t)>10).. tc(t) =E= tcbar_2;

E1.. V =E= sum(t,beta**ord(t) * [acgh(t)**(1-sigma)/(1-sigma)]);

* for parameters use calibrated values for dynamic model
beta = 0.9463;
gama = 0.3865;

MODEL Greece /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,E1/;

* Initial values for endogenous variables
* In SS all level variables grow at the composite rate of productivity and
population

h.L(t) = 0.2555;
y.L(t) = 0.5171;
k.L(t) = 0.5171 * 2.8662;
kg.L(t) = 0.5171 * 0.5722;
c.L(t) = 0.5171 * 0.6340;

V.L = 1;

*State variables

```



```

i.fx(tlast) = 0.5171 * 0.1884;
* in last period do not have info to calculate investment
k.fx(tfirst) = 0.5171 * 2.8662;
kg.fx(tfirst) = 0.5171 * 0.5722;
b.fx(tfirst) = 0.5171 * 0.8646;

* Fiscal policy
tc.fx(t) = 0.1613;
tl.fx(t) = 0.2819;
tk.fx(t) = 0.2213;
gc.fx(t) = 0.5171 * 0.1476;
gi.fx(t) = 0.5171 * 0.030;

* Auxiliary variables
acg.L(t) = c.L(t) + theta*gc.L(t);
acgh.L(t) = [acg.L(t)**gama]*[(1-h.L(t))**(1-gama)];
mguc.L(t) = [acgh.L(t)**(1-sigma)] / acg.L(t);
rb.L(t) = (1+tk.L(t))*[ak*(y.L(t)/k.L(t))-deltap] ;

* FIRST SHOW THAT DEBT IS EXPLOSIVE IF DO NOT MAKE ADJUSTMENT
gtr.fx(t) = 0.5171 * 0.1646;
* (see data average in Table 2 of Papageorgiu paper

OPTION MCP=PATH;
SOLVE Greece using MCP;
$batinclude "report_dyn.txt";
$LIBInclude Xlexport agglevel dynresultsDC.XLS quo!A1:GS19;

#####
* CALCULATE LONG-RUN SOLUTION TO REACH DESIRED LEVEL OF DEBT
#####

MODEL Greece_SS /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,Fgtr,E1/;

gtr.lo(t) = -inf;
gtr.up(t) = +inf;
b.fx(tlast) = 0.5171 * 0.8646;

SOLVE Greece_SS using MCP;
DISPLAY V.L;

DISPLAY "STEADY STATE OF DYNAMIC MODEL";
$batinclude "report_dyn.txt";
$LIBInclude Xlexport agglevel dynresultsDC.XLS SS!A1:GS19;

#####
* CALCULATE LONG-RUN EFFECTS OF DIFFERENT LEVELS OF DEBT
#####

* 6) b 10% lower - adjustment in 10 periods

gtr.FX(t) = gtrbar.L;
b.fx(tfirst) = 0.5171 * 0.8646;
b.FX(t$(ord(t)=11) = 0.5171 * 0.8646*0.9;

* 6.a) tl adjusts
MODEL Greece_tl /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,Ftl_1,Ftl_2,E1/;
tl.UP(t) = +inf;
tl.LO(t) = -inf;
SOLVE Greece_tl using MCP;
DISPLAY V.L;
DISPLAY "SIMULATION OF b/y 10% LOWER WITH tl AJUSTING";
$batinclude "report_dyn.txt";
$LIBInclude Xlexport agglevel dynresultsDC.XLS 1!A1:GS19;

* 6.b) tc adjusts
MODEL Greece_tc /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,Ftc_1,Ftc_2,E1/;

```

```

tl.fx(t) = 0.2819;
tc.UP(t) = +inf;
tc.LO(t) = -inf;
SOLVE Greece_tc using MCP;
DISPLAY V.L;
DISPLAY "SIMULATION OF b/y 10% LOWER WITH tc AJUSTING";
$batinclude "report_dyn.txt";
$LIBInclude Xlexport agglevel dynresultsDC.XLS 2!A1:GS19;

* 6.c) tk adjusts
MODEL Greece_tk /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,Ftk_1,Ftk_2,E1/;
tc.fx(t) = 0.1613;
tk.UP(t) = +inf;
tk.LO(t) = -inf;
SOLVE Greece_tk using MCP;
DISPLAY V.L;
DISPLAY "SIMULATION OF b/y 10% LOWER WITH tk AJUSTING";
$batinclude "report_dyn.txt";
$LIBInclude Xlexport agglevel dynresultsDC.XLS 3!A1:GS19;

* 6.d) gc adjusts
MODEL Greece_gc /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,Fgc_1,Fgc_2,E1/;
tk.fx(t) = 0.2213;
gc.UP(t) = +inf;
gc.LO(t) = -inf;
SOLVE Greece_gc using MCP;
DISPLAY V.L;
DISPLAY "SIMULATION OF b/y 10% LOWER WITH gc AJUSTING";
$batinclude "report_dyn.txt";
$LIBInclude Xlexport agglevel dynresultsDC.XLS 4!A1:GS19;

* 6.e) gi adjusts
MODEL Greece_gi /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,Fgi_1,Fgi_2,E1/;
gc.fx(t) = 0.076324;
gi.UP(t) = +inf;
gi.LO(t) = -inf;
SOLVE Greece_gi using MCP;
DISPLAY V.L;
DISPLAY "SIMULATION OF b/y 10% LOWER WITH gi AJUSTING";
$batinclude "report_dyn.txt";
$LIBInclude Xlexport agglevel dynresultsDC.XLS 5!A1:GS19;

```

C.4 Código GAMS desenvolvido para obter as trajetórias da Figura 1 e Tabela 4

```

$title Optimal Fiscal Policy model (OPTdebt,SEQ=64)
$ontext
OPTDEBT is a Dynamic General Equilibrium Model to calculate optimal fiscal
policy to stabilize the trajectory of public debt based on the paper:
Dimitris Papageorgiou, Fiscal policy reforms in general equilibrium:
The case of Greece, Journal of Macroeconomics 34 (2012) p. 504-522
$offtext
option decimals=7;
SET t time /1*200/
    tfirst(t) first period
    tlast(t) last period
    agg macro aggregates /y,c,h,i,k,kg,w,rk,rb,gc,gtr,gi,tc,tl,tk,
gtr_y,gi_y,gc_y,b,b_y,d,d_y,V/
    sol solution /base, exp, change/
sim simulation /1*17/
;

PARAMETER agglevel(agg,t) MACRO AGGREGATES LEVELS
          SS(agg,sol) STEADY STATE COMPARATIVE STATICS
          TAB3(agg,sim) LONG RUN CHANGES IN TAX SPENDING MIX (TABLE 3)
;

PARAMETERS
ak Private capital elasticity in production (a1 in paper) /0.3920/
al Labour elasticity in production (a2 in paper) /0.5880/
akg Public capital elasticity in production (a3 in paper) /0.020/
gaman Population growth factor /1.0086/
gamaz Growth factor of labour augmenting technology /1.02/
deltap Private capital depreciation rate /0.0345/
deltag Public capital depreciation rate /0.0345/
zinit Initial level of technological process /1/
sigma Curvature parameter in the utility function /2/
beta Time discount factor /0.9241/
gama Consumption weight in utility function /0.3432/
theta Substitutability between private and public consumption /0.1/
;

Display al,ak,akg,gaman,gamaz,deltap,deltag,zinit,sigma,beta,gama,theta;

tfirst(t) = yes$(ord(t) eq 1);
tlast(t) = yes$(ord(t) eq card(t));

#####
* DYNAMIC MODEL
#####

VARIABLES

* Endogenous
y(t) product
c(t) private consumption
acg(t) aggregate private and public consumption
acgh(t) aggregate total consumption and leisure
mguc(t) marginal utility of total consumption
i(t) investment
h(t) hours worked
k(t) capital - private

```

kg(t) capital - public
 rb(t) rate of return on public debt
 b(t) stock of public debt
 V discounted lifetime utility

* Predetermined

tc(t) tax rate on consumption
 tl(t) tax rate on wage income
 tk(t) tax rate on capital income
 gc(t) government consumption
 gi(t) government investment
 gtr(t) government transfers

gtrbar permanent government tranfers in steady state

gtrbar_1 permanent goverment tranfers in first period
 gibar_1 permanent goverment tranfers in first period
 gcbar_1 permanent goverment tranfers in first period
 tlbar_1 permanent goverment tranfers in first period
 tkbar_1 permanent goverment tranfers in first period
 tcbar_1 permanent goverment tranfers in first period

gtrbar_2 permanent goverment tranfers in second period
 gibar_2 permanent goverment tranfers in second period
 gcbar_2 permanent goverment tranfers in second period
 tlbar_2 permanent goverment tranfers in second period
 tkbar_2 permanent goverment tranfers in second period
 tcbar_2 permanent goverment tranfers in second period

;

EQUATIONS

A1(t) Consumer equilibrium
 A2(t) Euler equation
 A21(t) Aggregate private and public consupption
 A22(t) Aggregate total consumpton and leisure
 A23(t) Calculates marginal utility of total consupption
 A3(t) Interest rate calculation
 A4(t) Private capital accumulation
 A5(t) Public capital accumulation
 A6(t) Production function
 A7(t) Material balance
 A8(t) Government budget balance per period

Fgtr(t) Fix gtr at steady-state endogenous level

Fgtr_1(t) Fix gtr in first part of debt stabilization
 Fgi_1(t) Fix gi in first part of debt stabilization
 Fgc_1(t) Fix gc in first part of debt stabilization
 Ftl_1(t) Fix tl in first part of debt stabilization
 Ftk_1(t) Fix tk in first part of debt stabilization
 Ftc_1(t) Fix tc in first part of debt stabilization

Fgtr_2(t) Fix gtr in second part of debt stabilization
 Fgi_2(t) Fix gi in second part of debt stabilization
 Fgc_2(t) Fix gc in second part of debt stabilization
 Ftl_2(t) Fix tl in second part of debt stabilization
 Ftk_2(t) Fix tk in second part of debt stabilization
 Ftc_2(t) Fix tc in second part of debt stabilization

E1 Utility calculation

;

* Note first sentence of Appendix A: all model variables written in per unit of

* effective labor i.e $x=X/(N(t)Z(t))$. In stationary equilibrium $dx/dt = 0$

A1(t).. $acg(t) =E= y(t)*a_l*[(1-t_l(t))/(1+t_c(t))]*[gama/(1-gama)]*[(1-h(t))/h(t)];$

A2(t)\$ (ord(t) ne card(t)).. $[gamaz/(1+t_c(t))]*mguc(t) =E= [beta/(1+t_c(t+1))]*mguc(t+1)*[rb(t+1)+1];$

A21(t).. $acg(t) =E= c(t) + theta*gc(t);$

A22(t).. $acgh(t) =E= [acg(t)**gama]*[(1-h(t))**(1-gama)];$

A23(t).. $mguc(t) =E= \{[acgh(t)**(1-sigma)] / acg(t)\};$

A3(t).. $rb(t) =E= (1-t_k(t))*[ak*(y(t)/k(t)) - deltap];$

A4(t)\$ (ord(t) ne card(t)).. $gaman*gamaz*k(t+1) =E= (1-deltap)*k(t) + i(t);$

A5(t)\$ (ord(t) ne card(t)).. $gaman*gamaz*kg(t+1) =E= (1-deltag)*kg(t) + gi(t);$

A6(t).. $y(t) =E= c(t) + i(t) + gc(t) + gi(t);$

A7(t).. $y(t) =E= k(t)**ak * h(t)**al * kg(t)**akg;$

A8(t)\$ (ord(t) ne card(t)).. $gaman*gamaz*b(t+1) + (t_c(t)*c(t)) + (t_l(t)*a_l+t_k(t)*(ak+akg))*y(t) - t_k(t)*deltap*k(t) =E= (1+rb(t))*b(t) + gc(t) + gtr(t) + gi(t);$

*A9(t).. $SUM((t), (gaman*gamaz)**(t)*(PROD((j), (1+rb(j))**(-1))))*(gc(t)+gtr(t)+gi(t))+(1+rb0)*b0 =E=$
 $* SUM((t), (gaman*gamaz)**(t)*(PROD((j), (1+rb(j))**(-1))))*(t_c(t)*c(t))+(t_l(t)*a_l+t_k(t)*(ak+akg))*y(t)- t_k(t)*deltap*k(t));$

Fgtr(t).. $gtr(t) =E= gtrbar;$

Fgtr_1(t)\$ (ord(t)<=10).. $gtr(t) =E= gtrbar_1;$

Fgi_1(t)\$ (ord(t)<=10).. $gi(t) =E= gibar_1;$

Fgc_1(t)\$ (ord(t)<=10).. $gc(t) =E= gchar_1;$

Ftl_1(t)\$ (ord(t)<=10).. $t_l(t) =E= tlbar_1;$

Ftk_1(t)\$ (ord(t)<=10).. $t_k(t) =E= tkbar_1;$

Ftc_1(t)\$ (ord(t)<=10).. $t_c(t) =E= tchar_1;$

Fgtr_2(t)\$ (ord(t)>10).. $gtr(t) =E= gtrbar_2;$

Fgi_2(t)\$ (ord(t)>10).. $gi(t) =E= gibar_2;$

Fgc_2(t)\$ (ord(t)>10).. $gc(t) =E= gchar_2;$

Ftl_2(t)\$ (ord(t)>10).. $t_l(t) =E= tlbar_2;$

```

Ftk_2(t)$(ord(t)>10).. tk(t) =E= tkbar_2;

Ftc_2(t)$(ord(t)>10).. tc(t) =E= tcbar_2;

E1.. V =E= sum(t,beta**ord(t) * [acgh(t)**(1-sigma)/(1-sigma)]);

MODEL Brazil /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,E1/;

* Initial values for endogenous variables
* In SS all level variables grow at the composite rate of productivity and
population

h.L(t) = 0.240366;
y.L(t) = 0.431299;
k.L(t) = 2.549038 * 0.431299;
kg.L(t) = 0.316096 * 0.431299;
c.L(t) = 0.618717 * 0.431299;

V.L = 1;

*State variables
*****
i.fx(tlast) = 0.161283 * 0.431299;
k.fx(tfirst) = 2.549038 * 0.431299;
kg.fx(tfirst) = 0.316096 * 0.431299;
b.fx(tfirst) = 0.66 * 0.431299;

* Fiscal policy
tc.fx(t) = 0.1902;
tl.fx(t) = 0.2171;
tk.fx(t) = 0.13;
gc.fx(t) = 0.20 * 0.431299;
gi.fx(t) = 0.02 * 0.431299;

* Auxiliary variables
acg.L(t) = c.L(t) + theta*gc.L(t);
acgh.L(t) = [acg.L(t)**gama]*[(1-h.L(t))**(1-gama)];
mguc.L(t) = [acgh.L(t)**(1-sigma)] / acg.L(t);
rb.L(t) = (1+tk.L(t))*[ak*(y.L(t)/k.L(t))-deltap] ;

* FIRST SHOW THAT DEBT IS EXPLOSIVE IF DO NOT MAKE ADJUSTMENT
gtr.fx(t) = 0.094 * 0.431299;

OPTION MCP=PATH;
SOLVE Brazil using MCP;
$batinclude "report_dyn.txt";
$LIBInclude Xlexport agglevel dynresultsDCBR.XLS quo!A1:GS19;

#####
* CALCULATE LONG-RUN SOLUTION TO REACH DESIRED LEVEL OF DEBT
#####

MODEL Brazil_SS /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,Fgtr,E1/;

gtr.lo(t) = -inf;
gtr.up(t) = +inf;
b.fx(tlast) = 0.66 * 0.431299;

SOLVE Brazil_SS using MCP;

```

```

DISPLAY V.L;

DISPLAY "STEADY STATE OF DYNAMIC MODEL";
$batinclude "report_dyn.txt";
$LIBInclude Xlexport agglevel dynresultsDCBR.XLS SS!A1:GS19;

#####
* CALCULATE LONG-RUN EFFECTS OF DIFFERENT LEVELS OF DEBT
#####

* 6) b 10% lower - adjustment in 10 periods

gtr.FX(t) = gtrbar.L;
b.fx(tfirst) = 0.66 * 0.431299;
b.FX(t)$ (ord(t)=11) = 0.66 * 0.431299 * 0.9;

* 6.a) tl adjusts
MODEL Brasil_tl /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,Ftl_1,Ftl_2,E1/;
tl.UP(t) = +inf;
tl.LO(t) = -inf;

SOLVE Brasil_tl using MCP;
DISPLAY V.L;
DISPLAY "SIMULATION OF b/y 10% LOWER WITH tl AJUSTING";
$batinclude "report_dyn.txt";
$LIBInclude Xlexport agglevel dynresultsDCBR.XLS 1!A1:GS19;

* 6.b) tc adjusts
MODEL Brasil_tc /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,Ftc_1,Ftc_2,E1/;
tl.fx(t) = 0.2171;
tc.UP(t) = +inf;
tc.LO(t) = -inf;

SOLVE Brasil_tc using MCP;
DISPLAY V.L;
DISPLAY "SIMULATION OF b/y 10% LOWER WITH tc AJUSTING";
$batinclude "report_dyn.txt";
$LIBInclude Xlexport agglevel dynresultsDCBR.XLS 2!A1:GS19;

* 6.c) tk adjusts
MODEL Brasil_tk /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,Ftk_1,Ftk_2,E1/;
tc.fx(t) = 0.1902;
tk.UP(t) = +inf;
tk.LO(t) = -inf;

SOLVE Brasil_tk using MCP;
DISPLAY V.L;
DISPLAY "SIMULATION OF b/y 10% LOWER WITH tk AJUSTING";
$batinclude "report_dyn.txt";
$LIBInclude Xlexport agglevel dynresultsDCBR.XLS 3!A1:GS19;

* 6.d) gc adjusts
MODEL Brasil_gc /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,Fgc_1,Fgc_2,E1/;
tk.fx(t) = 0.13;
gc.UP(t) = +inf;
gc.LO(t) = -inf;

SOLVE Brasil_gc using MCP;
DISPLAY V.L;
DISPLAY "SIMULATION OF b/y 10% LOWER WITH gc AJUSTING";
$batinclude "report_dyn.txt";

```

```

$LIBInclude Xlexport agglevel dynresultsDCBR.XLS 4!A1:GS19;

* 6.e) gi adjusts
MODEL Brasil_gi /A1,A2,A21,A22,A23,A3,A4,A5,A6,A7,A8,Fgi_1,Fgi_2,E1/;
gc.fx(t) = 0.20 * 0.431299;
gi.UP(t) = +inf;
gi.LO(t) = -inf;

SOLVE Brasil_gi using MCP;
DISPLAY V.L;
DISPLAY "SIMULATION OF b/y 10% LOWER WITH gi AJUSTING";
$batinclude "report_dyn.txt";
$LIBInclude Xlexport agglevel dynresultsDCBR.XLS 5!A1:GS19;

```