

Universidade Federal do Pará – UFPA
Instituto de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Uma Metodologia para Aferição da Acurácia de
Modelos de Projeção de Longo Prazo para a
Previdência Social no Brasil

Carlos Patrick Alves da Silva

TD 12/2017

UFPA / ITEC / PPGEE
Campus Universitário do Guamá
Belém - Pará - Brasil

2017

Universidade Federal do Pará – UFPA
Instituto de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Carlos Patrick Alves da Silva

Uma Metodologia para Aferição da Acurácia de Modelos de Projeção de Longo Prazo para a Previdência Social no Brasil

Tese de Doutorado submetida à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da UFPA como requisito para a obtenção do Grau de Doutor em Engenharia Elétrica na área de Computação Aplicada.

UFPA / ITEC / PPGEE
Campus Universitário do Guamá
Belém - Pará - Brasil

2017

Universidade Federal do Pará – UFPA
Instituto de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

Uma Metodologia para Aferição da Acurácia de Modelos de Projeção de
Longo Prazo para a Previdência Social no Brasil

Carlos Patrick Alves da Silva

Esta Tese foi julgada adequada para obtenção do título de Doutor em Engenharia Elétrica, e aprovada na sua forma final, pela banca examinadora, designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará em 1 de dezembro de 2017.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Carlos Renato L. Francês (Orientador)

Prof. Dr. Claudio Alberto Castelo Branco Puty
(Coorientador)

Prof. Dr. Marcelino Silva da Silva (PPGEE -
UFPA)

Prof. Dr. Diego Lisboa Cardoso (PPGEE - UFPA)

Prof. Dr. Solon Venâncio de Carvalho (Membro
Externo - INPE)

Prof. Dr^a. Denise Lobato Gentil (Membro Externo
- UFRJ)

Visto:

Prof. Dr. Evaldo Gonçalves Pelaes (Coordenador do
PPGEE/ITEC/UFPA)

*Deus não nos fez perfeitos
e não escolhe os capacitados,
capacita os escolhidos.”
(Albert Einstein)*

Agradecimentos

Primeiramente ao meu grandioso e soberano Deus que deu a vida por mim e me ensinou valores que não se aprende em escolas, por sempre está presente em todos os momentos da minha vida me direcionado e corrigindo, por ter me dado saúde, sabedoria e todas as outras coisas necessárias a realização deste trabalho.

Agradeço aos meus pais por todo o carinho, esforço e dedicação a minha educação. A minha esposa Thais Lobato por todo seu amor, pelo momentos de compreensão, paciência e incentivo. A minha filha Laura pelos seus maravilhosos sorrisos que me inspiram a buscar sempre o melhor para a minha família.

Agradeço ao meu amigo e orientador Renato Francês pela oportunidade e voto de confiança para realizar este trabalho, pelos conselhos acadêmicos e outros que vou levar por toda a vida. Agradeço ao meu coorientador Claudio Puty pela orientação na área de economia e previdência social. Aos meus amigos Diego, Marcelino, Edvar, Carlos, Jams e Jacob da UFPA que me auxiliaram direta e indiretamente no desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores Solon Carvalho e Denise Gentil pelas explicações pacientes sobre assuntos complexos de economia e matemática e por aceitarem participar da banca avaliadora deste trabalho.

À UFPA, PPGEE e CAPES pela oportunidade de realizar um doutorado.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Motivação e Caracterização do Problema	16
1.2	Objetivos geral e específicos e hipótese	18
1.3	Organização do Trabalho	20
2	MODELOS DE PROJEÇÃO DE LONGO PRAZO PARA PREVIDÊNCIA SOCIAL	21
2.1	Variáveis em modelos de Projeção para Previdência Social	22
2.1.1	Variáveis Demográficas	22
2.1.2	Variáveis Econômicas	23
2.1.3	Variáveis Previdenciárias	25
2.2	Modelos de Projeção de Longo Prazo	26
2.2.1	O 1º Modelo de Projeção Oficial do Governo Brasileiro	27
2.2.2	O 2º Modelo de Projeção Oficial do Governo Brasileiro	30
2.2.3	Pension Reform Options Simulation Toolkit (PROST)	32
2.2.4	ILO Pension Model (ILO-PENS)	34
2.3	Trabalhos Correlatos	35
3	UMA METODOLOGIA PARA AFERIÇÃO DA ACURÁCIA DE MODELOS DE PROJEÇÃO DE LONGO PRAZO PARA A PREVIDÊNCIA SOCIAL NO BRASIL	40
3.1	Aferição do 1º Modelo Oficial do Governo	40
3.1.1	Erros de Projeção das Receitas e Despesas	40
3.1.2	Reprodução dos Resultados da LDO de 2012	44
3.1.3	Análise dos Dados Utilizados	46
3.2	Aferição do 2º Modelo Oficial do Governo	49
3.2.1	Reprodução dos Resultados da LDO de 2018	49
3.2.1.1	Inconsistências nas Equações	49
3.2.1.2	O modelo apresentado à Comissão de Reforma da Previdência	51
3.2.1.3	Resultados obtidos	53
3.2.2	Uma Aproximação do Erro	56
3.3	Cálculo da Dispersão para Projeções do PIB, Receitas e Despesas do RGPS	58
3.3.1	Projeções do RGPS com Indicadores de Dispersão	60

4	SIMPREV - UM SIMULADOR DE RECEITAS E DESPESAS PARA PREVIDÊNCIA DO BRASIL	64
4.1	Módulo de Análise dos Dados	64
4.2	Indicadores de Desempenho do Sistema Previdenciário	66
4.3	O Parâmetro de Formalização	69
4.4	Análise de Sensibilidade	72
4.5	Estrutura do SimPrev	74
5	CONCLUSÃO	76
5.1	Contribuições da Tese	78
5.2	Dificuldades encontradas	79
5.3	Trabalhos Futuros	80
	REFERÊNCIAS	82
	APÊNDICE A – EQUAÇÕES DO MODELO DE PROJEÇÃO DE LONGO PRAZO DA LEI DE DIRETRIZES ORÇAMENTÁRIAS DE 2018	85

Lista de ilustrações

Figura 1 – Inter-relações entre variáveis em modelos de projeção para o sistema previdenciário, adaptado de (PLAMONDON et al., 2002).	26
Figura 2 – Variáveis de entrada e dinâmica de projeção do modelo ILO-PENS. Fonte: (PLAMONDON et al., 2002).	39
Figura 3 – Etapas da metodologia de aferição da acurácia dos modelos de projeção.	41
Figura 4 – Erros de projeção para receitas em cada LDO para os anos de 2013, 2014 e 2015. Cada curva mostra as diferenças entre o valor realizado de receita de um determinado ano (2013-2015) e a receita estimada para esse anos em cada LDO de 2002 a 2015.	42
Figura 5 – Erros de projeção para despesas em cada LDO para os anos de 2013, 2014 e 2015. Cada curva mostra as diferenças entre o valor realizado de despesa de um determinado ano (2013-2015) e a receita estimada para esse ano em cada LDO de 2002 a 2015.	42
Figura 6 – Erros de projeção para o resultado financeiro em cada LDO para os anos de 2013-2015 Cada curva mostra as diferenças entre o resultado financeiro observado de um determinado ano (2013-2015) e o resultado financeiro estimado para esse ano em cada LDO de 2002 a 2015.	43
Figura 7 – Diferença (em %) entre os resultados da LDO de 2012 e os obtidos com a implementação do 1º modelo.	45
Figura 8 – Relação de contribuintes pela população em 2009 e 2014 de acordo com a PNAD dos respectivos anos.	47
Figura 9 – Variação nas projeções de receita e despesa e contribuintes alterando os dados de mercado de trabalho da PNAD de 2005 para 2009.	48
Figura 10 – Equações com problemas, retiradas do Apêndice A.	50
Figura 11 – Resultados das projeções na LDO de 2018 e no SimPrev.	54
Figura 12 – Variação da projeção do SimPrev com relação a LDO de 2018.	54
Figura 13 – Resultados para receita e despesa como proporção do PIB para o SimPrev e para LDO de 2018.	55
Figura 14 – Erros de projeção nas receitas, despesas, estoques de aposentadorias e pensões em comparação as informações do AEPS de 2015.	56
Figura 15 – Evolução real do PIB brasileiro no período de 2000 a 2015 e projetado até 2025 (a) e 2060 (b) com intervalos de confiança de 50, 95 e 99%. As linhas pretas a partir do ano de 2016 são os resultados utilizando o modelo e as linhas vermelhas são as projeções da LDO de 2017.	60

Figura 16 – Evolução da receita do RGPS entre os anos 2000 e 2015 e projeções até 2025 (a) e 2060 (b) com intervalos de confiança de 50, 95 e 99%. A linha preta a partir do ano de 2016 é resultado usando a modelagem apresentada e a linha vermelha são os resultados da LDO de 2017. . . .	62
Figura 17 – Evolução da despesa do RGPS entre os anos 2000 e 2015 e projeções até 2025 (a) e 2060 (b) com intervalos de confiança de 50, 95 e 99%. A linha preta a partir do ano de 2016 é resultado usando a modelagem apresentada e a linha vermelha são os resultados da LDO de 2017. . . .	62
Figura 18 – Evolução do déficit do RGPS entre os anos 2000 e 2015 e projeções até 2025 (a) e 2060 (b) com intervalos de confiança de 50, 95 e 99%. A linha preta a partir do ano de 2016 é resultado usando a modelagem apresentada e a linha vermelha são os resultados da LDO de 2017. . . .	63
Figura 19 – Dados de Aposentadoria por idade para homens que recebem acima do piso retirados das planilhas oficiais do governo.	65
Figura 20 – Estatísticas de formalização no Brasil.	70
Figura 21 – Resultados obtidos considerando um aumento de 1% a.a. na formalização durante 10 anos.	71
Figura 22 – Resultados da análise de sensibilidade para produtividade.	73
Figura 23 – Resultados da análise de sensibilidade para alíquota efetiva média. . . .	74

Lista de tabelas

Tabela 1 – Parâmetros de indexação e notação geral.	28
Tabela 2 – Descrição do conjunto de benefícios contemplados no 2º modelo de projeção do governo brasileiro.	31
Tabela 3 – Classificação dos trabalhos apresentados.	38
Tabela 4 – Fontes de dados e parâmetros utilizados na tentativa de reprodução das projeções da LDO de 2012.	44
Tabela 5 – Proporção da receita de contribuições de empregados e empresas (RCEE) em relação à receita total.	46
Tabela 6 – Ano dos conjuntos de dados utilizados em cada projeção.	47
Tabela 7 – Conjunto de dados e parâmetros utilizados na tentativa de reprodução das projeções da LDO de 2018.	53
Tabela 8 – PIB e população do Brasil com suas respectivas taxas de crescimento anual.	59
Tabela 9 – Valores de PIB, receitas, despesas e déficit do RGPS em milhões de reais (valores de 2015).	61
Tabela 10 – Quantidades de inconsistências nos estoques por benefício	66
Tabela 11 – Descrição dos principais arquivos do SimPrev.	75

Glossário

BPC - Benefícios de Prestação Continuada

COFINS - Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social

CSLL - Contribuição Sobre o Lucro Líquido

FAM - Fator de Ajuste de Mortalidade

GI - Grau de Informalidade

GPL - GNU General Public License

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ILO - International Labor Organization

ILO-PENS - International Labor Organization Pension Model

INPC - Índice Nacional de Preço ao Consumidor

INSS - Instituto Nacional do Seguro Social

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

ISS - Indicador Sintético da Sustentabilidade

LDO - Lei de Diretrizes Orçamentárias

MEI - Microempreendedor Individual

MF - Ministério da Fazenda

MTPS - Ministério do Trabalho e Previdência Social

OCDE - Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

OIT - Organização Internacional do Trabalho

ONU - Organização das Nações Unidas

PAYG - Pay As You Go

ONU - Organização das Nações Unidas

PEC - Proposta de Emenda Constitucional

PIB - Produto Interno Bruto

PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

PROST - Pension Reform Options Simulation Toolkit

RDP - Razão de Dependência Previdenciária

RGPS - Regime Geral da Previdência Social

RPPS - Regime Próprio de Previdência Social

SPE - Secretaria de Política Econômica

SPS - Secretaria de Previdência Social

SSA - Social Security Administration

STN - Secretaria do Tesouro Nacional

TR - Taxa de Reposição

VBA - Visual Basic Applications

Lista de Publicações

Lista de publicações incluídas nesta tese:

- I. **SILVA, C. P. A.**; PUTY, C. A. C. B.; SILVA, M. S.; CARVALHO, S. V.; FRANCÊS, C. R. L. Financial forecasts accuracy in Brazil social security system. *PLoS One*, Artigo Publicado - JCR v. 12, p. e0184353-, n. 2017.
- II. **SILVA, C. P. A.**; PUTY, C. A. C. B.; SILVA, M. S.; CARVALHO, S. V.; FRANCÊS, C. R. L. Quão acuradas e transparentes são as projeções atuariais do RGPS para 2060?. *Associação Nacional dos Auditores-Fiscais da Receita Federal do Brasil (ANFIP); Fundação ANFIP de Estudos da Seguridade Social e Tributário (Org.). Previdência: reformar para excluir?* Contribuição técnica ao debate sobre a reforma da previdência social brasileira. 1ed. Brasília: 2017, v.1 p.64-67
- III. **SILVA, C. P. A.**; PUTY, C. A. C. B.; GENTIL, D. L.; ARAUJO, E. C.; SILVA, M. S.; CARVALHO, S. V.; FRANCÊS, C. R. L. A Previdência Social em 2060: as inconsistências do modelo de projeção atuarial do governo brasileiro . 1. ed. *ANFIP*, 2017. v. 1. 1p .
- IV. **SILVA, C. P. A.**; PUTY, C. A. C. B.; GENTIL, D. L.; SILVA, M. S.; CARVALHO, S. V.; FRANCÊS, C. R. L. Sistema previdenciário brasileiro: qual a real capacidade do modelo atuarial do governo federal de refletir a realidade de 2060? *XXII Encontro Nacional de Economia Política*, 2017, Campinas.

Resumo

As projeções estatísticas de longo prazo do resultado previdenciário publicadas na Lei de Diretrizes Orçamentárias são recorrentemente usadas como subsídios para as propostas de reforma da Previdência Social no Brasil. Entretanto, a confiabilidade dos resultados possui um alto grau de incerteza, já que não há, da parte do governo ou de outros setores da sociedade, qualquer avaliação sistemática e minimamente científica das projeções que tenham sido publicadas. Este trabalho apresenta um estudo minucioso e criterioso dos instrumentos utilizados pelo governo brasileiro para projetar os resultados atuariais de longo prazo. Mais especificamente, investigam-se quais seriam as fontes de dados, pressupostos, equações, variáveis, parâmetros e métodos de estimação que serviram de base para os resultados divulgados pelo governo federal. Uma análise empírica demonstra que as projeções do governo são sistematicamente viesadas no curto prazo e apresentam erros de elevada magnitude, que as tornam sem significado e acurácia no longo prazo. Além disso, as tentativas de reprodução dos resultados das LDOs de 2012 e 2018 demonstram a falta de transparência nos documentos oficiais, tanto nas equações descritas quanto nos bancos de dados supostamente utilizados. A partir de um modelo matemático desenvolvido, mostrou-se que as projeções de longo prazo de variáveis como o PIB, receita e despesa da Previdência, possuem um grande componente de volatilidade e incerteza que tornam a sua previsão desafiadora a curto prazo e praticamente impossível, com um nível de confiança aceitável, a longo prazo. Uma análise de sensibilidade para os parâmetros de produtividade e alíquota média, mostrou o impacto destes nos resultados da Previdência, mostrando um ganho de até 72% na receita para um crescimento na produtividade do trabalho de 3% ao ano, por exemplo. Por fim, é apresentado um software de domínio público, desenvolvido no âmbito desta pesquisa, que implementa o atual modelo de projeção de receitas e despesa do governo, além de acrescentar diversas opções de parâmetros no processo de projeção, como a possibilidade de simular alterações no mercado de trabalho.

Palavras-chaves: Previdência Social, modelos de projeção, intervalos de confiança, receitas e despesas da Previdência, reforma da Previdência.

Abstract

Long-term social security statistical forecasts produced and disseminated by the Brazilian government aim to provide accurate results that would serve as background information for policy decisions. These forecasts are being used as support for the government's proposed pension reform. However, the reliability of official results is uncertain since no systematic evaluation of these forecasts has ever been published by the Brazilian government or anyone else. This work aims to present a study of the accuracy and methodology of the instruments used by the Brazilian government to carry out long-term actuarial forecasts. More specifically, this work investigates what would be the source of data, assumptions, equations, variables, parameters and estimation methods used to compute results released by the federal government. An empirical analysis shows that the long-term Social Security forecasts are systematically biased in the short term and have significant errors that render them meaningless in the long run. In addition, attempts to reproduce the results of the 2012 and 2018 LDOs demonstrate the lack of transparency in official documents, both in the described equations and the databases used. From a mathematical model developed, it was shown that the long-term forecasts of variables, such as GDP, Social Security revenues and expenses, have a large component of volatility and uncertainty which make your forecast challenging in the short term and impossible, with an acceptable level of confidence, in the long run. A sensitivity analysis for the productivity and average contribution rate parameters showed the impact of these on Social Security results, showing a gain of up to 72% in revenue for an annual labor productivity growth of 3%, for example. Finally, a free and open source software, developed under this research, that implements the current official forecast model is presented, as well as several improvements in the design process, such as the ability to simulate changes in the labor market.

Key-words: Social Security, forecast models, confidence intervals, Social security revenues and expenses, Pension reform.

1 Introdução

A Previdência Social é um seguro público que tem como função garantir fontes de renda para o trabalhador e sua família quando ele perde a capacidade de trabalhar provisoriamente (doença, acidente, maternidade) ou permanentemente (morte, invalidez e velhice). A Previdência é responsável pelo pagamento de diversos benefícios do trabalhador brasileiro, tais como aposentadoria, salário-maternidade, salário-família, auxílio-doença, auxílio-acidente e pensão por morte. No Brasil, predomina o regime de repartição simples ou *pay as you go* (PAYG), em que os trabalhadores ativos financiam, no fluxo de caixa, o pagamento dos benefícios. O Regime Geral da Previdência Social (RGPS), que atende aos trabalhadores da iniciativa privada e aos servidores públicos que não contam com regimes próprios de Previdência, estrutura-se neste modelo de repartição.

Para ser segurado da Previdência é preciso contribuir regularmente para o Instituto Nacional do Seguro Social (INSS), que é o caixa da Previdência Social, responsável pelas arrecadações das contribuições e pelo pagamento dos benefícios. Além disso, o Regime Geral de Previdência Social é o nome comumente atribuído no Brasil às disposições elencadas na lei 8.213 de 24 de julho de 1991. Tal lei dedica-se a estabelecer os princípios dos planos e benefícios concedidos pela Previdência Social.

Em um contexto mundial, conforme descrito em (PLAMONDON et al., 2002), muitos países redistribuem entre 5% e 30% de seu Produto Interno Bruto (PIB) através de sistemas nacionais de transferências sociais, abastecidas por receitas gerais, impostos sobre folha de pagamento ou contribuições da Previdência Social. Esses sistemas são obviamente influenciados pela economia e pelos orçamentos públicos sobre os quais eles, por sua vez, têm um impacto significativo. Além disso, sistemas de transferência social ou Previdência Social são sensíveis à estrutura demográfica e desenvolvimento da sociedade.

No mundo inteiro, os sistemas de previdência tradicionais passaram a ser reformados a partir de 1980 – a maior parte das vezes com medidas que envolvem um tempo mínimo de contribuição e uma idade mínima para receber um benefício. A justificativa para tais reformas, via de regra, giram em torno das mudanças demográficas: países que contavam com uma grande quantidade de contribuintes ativos e poucos beneficiários, passaram a ter uma redução na quantidade de contribuintes e um aumento no número de beneficiários. Esse novo perfil etário geraria um desequilíbrio nas contas da Previdência.

O processo de envelhecimento populacional é um fenômeno global derivado da queda da fecundidade e aumento da expectativa de vida. De acordo com as projeções da Organização das Nações Unidas (ONU), o total de pessoas com 60 anos ou mais no mundo deve crescer do patamar atual de cerca de 900 milhões, em 2015, para cerca de 3,2 bilhões

em 2100, que representará um incremento da participação dos idosos na população total de 12,3% para 28,3% no referido período. De acordo com (EATWELL, 1999), é o envelhecimento da população nas próximas décadas que está por trás da "crise" da previdência em muitos países.

A preocupação com uma crise nos sistemas de previdência pública não é nova (BANK, 1994), e em decorrência desse processo global de envelhecimento, tem ocorrido um grande volume de reformas nos sistemas previdenciários em muitos países ao redor do mundo, sendo a alteração mais comum o aumento da idade mínima para requerer aposentadoria. No caso da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), por exemplo, os 34 países membros fizeram alterações nas regras previdenciárias entre 2009 e 2015, muitas vezes movidos pela busca de sustentabilidade em médio e longo prazo em um contexto de transição demográfica (COSTANZI, 2016).

1.1 Motivação e Caracterização do Problema

No Brasil, o debate sobre uma reforma na Previdência ganhou novamente destaque no final do ano de 2016. A proposta de Emenda Constitucional n. 287, de 7 de dezembro de 2016 (PEC 287), conhecida como Reforma da Previdência, foi apresentada à população brasileira e, segundo o governo, foi motivada pela desaceleração do crescimento econômico e a elevação da dívida pública que gerou a necessidade de controlar os gastos públicos primários, iniciativa que é vista por aqueles que coadunam com a tese, como capaz de, num segundo momento, reativar o crescimento econômico, a partir da recuperação da confiança do setor privado.

A justificativa do governo para apresentar à sociedade uma proposta de reforma se baseia na visão de que a Previdência Social seria o maior item do gasto público e seria insustentável financeiramente, apresentando déficits orçamentários sucessivos e crescentes, como proporção do PIB. Esses déficits seriam explicados pelas rápidas mudanças demográficas (em particular o envelhecimento populacional e a maior longevidade) sobre a razão de dependência de idosos e que tende a aumentar nos próximos anos. Em consequência, para restaurar o equilíbrio financeiro e garantir a sustentabilidade do sistema, no médio e no longo prazo, seriam necessárias mudanças constitucionais profundas nas regras da Previdência, sobretudo aquelas que oneram o lado das despesas previdenciárias (ANFIP, 2017). Entre os itens da reforma, tem-se alterações nas regras do Regime Próprio de Previdência Social (RPPS) e RGPS, sendo o RGPS o principal.

Cálculos atuariais, desde os mais simples aos mais complexos, já vêm sendo utilizados há muitos anos no Brasil para RGPS e também pelos fundos de pensão privados. Esses cálculos são essenciais para a projeção das receitas e despesas dos sistemas previdenciários, bem como para a estimativa de impactos em longo prazo (PLAMONDON et

al., 2002). O propósito principal da avaliação periódica de um sistema previdenciário e mensurar sua solvência em longo prazo, isto é, assegurar que, baseado no conjunto de regras e arranjo financeiro em vigor, o sistema é capaz de saldar os compromissos correntes, mantendo ao mesmo tempo um fundo de reserva no nível requerido (IYER, 2002).

As projeções do resultado financeiro (receitas e despesas) do RGPS, assim como as projeções demográficas calculadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), têm sido amplamente utilizadas para influenciar e orientar as propostas de reforma da Previdência. Nos últimos dezoito anos, houve uma série de reformas previdenciárias no Brasil de diferentes proporções (GENTIL, 2006) – justificadas, em parte, por essas projeções oficiais –, atingindo tanto o RGPS quanto o RPPS. Os resultados financeiros apresentados nessas projeções motivaram o início desta pesquisa, a qual buscou investigar, em bases científicas, quais seriam as fontes de dados, pressupostos, equações, variáveis, parâmetros e métodos de estimação que serviram de base para os argumentos do governo federal.

Parte fundamental das mínimas condições para o debate democrático é dar caráter público aos instrumentos utilizados pelo governo para avaliar as condições presentes e futuras da Previdência Social, particularmente do RGPS. Entretanto, não se observa essa boa prática no que diz respeito ao modelo atuarial de projeções de receitas e despesas do RGPS usado pelo governo. As bases de dados e modelos atuariais de projeção utilizados para projetar as necessidades de financiamento da previdência pública devem ser de amplo conhecimento e domínio da sociedade.

O artigo 4º, parágrafo 2º, inciso III da lei complementar no. 101 de 2000 (a Lei de Responsabilidade Fiscal) estabeleceu que a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO), de periodicidade anual, deve apresentar um anexo de metas fiscais onde conste uma avaliação da situação financeira dos regimes geral e próprio da Previdência Social. Entende-se que a intenção do legislador foi garantir maior transparência e segurança no processo decisório envolvido tanto no ciclo orçamentário, quanto em proposições de prazo mais longo. Diante disso, a partir da LDO de 2002, pode ser encontrado um Anexo de Metas Fiscais com projeções do resultado do RGPS, geralmente identificado como anexo IV ou III. Essas projeções têm sido utilizadas pelos sucessivos governos desde então para o debate sobre o tema no Congresso Nacional, e, como seria natural, para a discussão acerca da sustentabilidade financeira do RGPS no interior do próprio executivo. Entretanto, um olhar mais atento ao Anexo IV da LDO demonstra facilmente que, não obstante a relevância do tema, é notável o baixo grau de transparência dos métodos utilizados na projeção dos resultados previdenciários.

Atualmente, o governo possui dois modelos atuariais de projeções para o RGPS, o modelo utilizado nas LDOs de 2002 a 2017, que neste trabalho será referido como 1º modelo de projeção, e um novo modelo, referido como 2º modelo de projeção, utilizado

na LDO de 2018, o qual foi utilizado pelo governo para avaliar o impacto da PEC 287 no resultado financeiro do RGPS.

Como será apresentado ao longo deste trabalho os modelos descritos no Anexo IV das LDOs não são replicáveis, por estarem incompletos e, em certas situações, também inconsistentes. Não há, por outro lado, nenhum outro documento oficial que os descreva, na sua forma original. Para o caso do 1º modelo de projeção, este sofreu diversas alterações durante essa década e meia de sua existência. Ademais, ano após ano, não há processo de (auto) avaliação da qualidade das projeções a partir da análise da execução orçamentária do INSS, no formato realizado, por exemplo, pelo IBGE nas suas projeções demográficas. Cada LDO apresenta novas projeções, sem fazer qualquer menção aos exercícios de anos anteriores. Finalmente, e ainda mais grave, não há nenhuma normativa oficial em todo governo federal que defina parâmetros oficiais, base de dados e métodos específicos para projeções de tamanha importância, cuja divulgação pauta boa parte do debate acerca do tema.

Os problemas acima mencionados não seriam tão graves caso as projeções de longo prazo do resultado previdenciário fossem minimamente bem sucedidas. Ao contrário, como será demonstrado neste trabalho, as projeções são sistematicamente tendenciosas no curto prazo e apresentam erros consideráveis que as tornam sem significado no longo prazo. Mesmo uma análise da (insuficiente) informação provida na LDO demonstra que os modelos de projeção têm caráter obviamente estatístico, mas seus resultados são sempre apresentados sem menção à margem de erro de projeção, como se fossem determinísticos, não obstante as diversas menções aos limites do modelo no próprio texto da LDO. Finalmente, como não há avaliação institucional da eficácia dos modelos de projeção, os resultados publicados na LDO são informalmente revistos, mas o caráter dessa revisão é de desconhecimento do público interessado e impactado pela decisões orientadas por tais modelos.

É sabido que projeções atuariais não podem ser absolutamente precisas. Entretanto, dado que essas projeções subsidiam decisões de relevância estratégica para o país e seus cidadãos, seus limites têm que ser mais claramente explicitados e o uso de técnicas mais recentes de projeção e construção de cenários devem ser a base para um sistema de apoio à tomada de decisão mais robusto e confiável.

1.2 Objetivos geral e específicos e hipótese

Diante da constatação do baixo grau de transparência dos métodos utilizados na projeção dos resultados previdenciários, este trabalho tem como objetivo propor uma metodologia para aferição da acurácia de modelos de projeção de longo prazo para a Previdência Social no Brasil. A partir da metodologia proposta, pretende-se aprofundar-

se no tema, para desvendar e avaliar criticamente a metodologia atualmente utilizada nas projeções de longo prazo do governo federal para o RGPS.

De forma mais específica, esta proposta apresenta os seguintes objetivos:

- Elencar as principais características e variáveis que integram um modelo de projeção em longo prazo;
- Apresentar os principais modelos de projeção utilizados no Brasil e no cenário internacional;
- Realizar uma aferição da acurácia dos modelos de projeção de longo para Previdência utilizados no Brasil e descritos nas LDOs de 2002 a 2018;
- Estimar medidas de dispersão para as projeções do PIB, receitas e despesas da Previdência;
- Conceber e desenvolver um software de domínio público que implementa o atual modelo de projeção de receitas e despesa para o RGPS.

Tem-se como hipóteses desta tese:

- As projeções de receitas e despesas para o RGPS apresentados pelo governo federal são sistematicamente viesadas no curto prazo e apresentam erros consideráveis, que as tornam sem significado no longo prazo.
- Nas projeções, as receitas são fortemente subestimadas ao serem impactadas pelos parâmetros de mercado de trabalho, tomados como constantes, as despesas são superestimadas, sendo fortemente impactadas pelas mudanças demográficas.
- As informações descritas na LDO são insuficientes para reprodução dos resultados.

Os próximos capítulos apresentam um estudo sobre a precisão e metodologia dos instrumentos utilizados pelo governo brasileiro para realizar as previsões atuariais de longo prazo do RGPS. Esta pesquisa foi baseada em uma análise empírica e probabilística dos modelos oficiais. Tal estudo é considerado de extrema importância, pois, como mencionado, as previsões em questão estão sendo usadas como subsídio para a reforma da Previdência proposta pelo governo, a qual pretende mudar radicalmente a Constituição brasileira no que diz respeito à Previdência Social.

1.3 Organização do Trabalho

Este capítulo apresentou uma breve descrição do assunto, motivação da pesquisa e os objetivos da desta tese. Nos capítulos seguintes, as metodologias e modelos de projeção serão detalhados e também serão apresentados os resultados que demonstram a importância deste trabalho.

No Capítulo 2, são apresentados os principais modelos de projeção a longo prazo para Previdência utilizados no Brasil e no mundo. São descritas as principais variáveis envolvidas no processo de modelagem e os modelos de projeção utilizados pelo governo brasileiro, Organização Internacional do Trabalho e Banco Mundial. Além disso, são descritos diversos trabalhos correlatos.

O Capítulo 3 propõe uma metodologia para aferição da acurácia de modelos de projeção de longo prazo para a Previdência Social no Brasil. A partir de tal metodologia, faz-se o exercício de aferir o grau de confiabilidade das previsões realizadas pelo governo federal. Esta aferição é dividida em duas partes. Na primeira parte, realiza-se uma análise empírica baseada nos dados oficiais do governo. Para tanto, analisa-se os resultados previdenciários do RGPS previstos em cada Anexo IV das LDOs e os compara-se com os resultados efetivamente realizados, divulgados nas estatísticas oficiais. Além disso, tentativas de reprodução dos resultados das LDOs de 2012 e 2018 e uma análise dos conjunto de dados utilizados são apresentadas. Também são descritas várias inconsistências nas equações que descrevem o 2º modelo oficial do governo.

Na segunda parte, faz-se uma análise teórica baseada em modelagem matemática. Onde estimam-se os intervalos de confiança que, com algum grau de certeza, indiquem as margens dentro das quais estarão os valores previstos para o PIB, despesas e receitas do RGPS.

No Capítulo 4, é apresentado o software desenvolvido para projeção de receitas e despesas do RGPS. O software implementa o 2º modelo de projeção do governo brasileiro além melhorias no modelo. Também são apresentados resultados de análises de sensibilidade para os parâmetros de entrada do modelo.

Em seu Capítulo 5, esta tese discorre acerca das conclusões, principais contribuições, dificuldades encontradas e possíveis evoluções desta pesquisa.

2 Modelos de Projeção de Longo Prazo para Previdência Social

O processo de avaliação a longo prazo de um sistema previdenciário lida com eventos futuros incertos e com complexos sistemas interligados. Para ser capaz de projetar um possível cenário futuro para esses eventos, o atuário¹ utiliza uma representação simplificada dessa realidade, chamada de modelo. Porém como o modelo é uma simplificação, não são considerados a totalidade dos fatores que poderiam afetar os resultados.

De acordo com (PLAMONDON et al., 2002), a análise atuarial dos regimes de proteção social demanda modelos matemáticos que lidem com aspectos demográficos, econômicos, financeiros, institucionais e jurídicos em nível nacional. As disparidades regionais em termos de cobertura, fórmulas de benefícios, capacidade de financiamento, possibilidades de investimentos, avaliação demográfica e solidez da economia e da estabilidade complicam ainda mais a análise atuarial. Diante disso, o processo de cálculos atuariais exige a utilização de dados estatísticos confiáveis, a formulação de pressupostos atuariais prudentes e seguros, embora realistas, elaboração de modelos sofisticados, junto com diversas outras variáveis das áreas sociais, econômicas, demográficas e financeiras nacionais. Apenas com a ajuda de análises financeiras sólidas os tomadores de decisão, os parceiros sociais e a população em geral podem decidir democraticamente como melhorar e modernizar seus regimes de proteção social.

Assim, no contexto de regimes previdenciários, os principais objetivos de modelo de projeção são:

- Avaliar a viabilidade financeira de benefícios no longo prazo através de um balanço atuarial entre receita e despesa;
- Avaliar o impacto social a longo prazo das regras em vigor e de possíveis alterações no sistema previdenciário;
- Investigar o impacto financeiro de diferentes opções de reforma, auxiliando os governantes no projeto de disposições de benefícios e financiamento;
- Medir a sensibilidade dos resultados financeiros para vários cenários demográficos e econômicos.

¹ Atuário é o termo que designa o profissional especialista em avaliar e administrar riscos.

Nas próximas seções, serão apresentadas as principais variáveis utilizadas pelos modelos de projeção e os principais modelos atuariais utilizados no Brasil e no cenário internacional.

2.1 Variáveis em modelos de Projeção para Previdência Social

No processo de construção de um modelo de projeção para um sistema previdenciário, a identificação do conjunto de variáveis é uma tarefa difícil e particular para cada país, região e cenário (previdência pública ou privada). Mas é possível identificar variáveis comuns para maioria dos casos. As variáveis podem ser agrupadas em três classes: demográficas, econômicas e previdenciárias. As escolhas das variáveis que serão apresentadas foram baseadas nos trabalhos de (PLAMONDON et al., 2002) e (BELTRÃO et al., 2000).

2.1.1 Variáveis Demográficas

O futuro de um sistema previdenciário está intimamente ligado ao desenvolvimento da população, já que alterações na demografia afetam tanto a quantidade de contribuintes quanto a quantidade de beneficiários da Previdência. A seguir serão apresentadas as principais variáveis demográficas.

De acordo com (COSTANZI; ANSILIERO, 2017) a teoria tradicional da transição demográfica possui três pilares básicos, tratados normalmente como etapas historicamente observadas nos países que já a vivenciaram: o primeiro consiste na queda da mortalidade (inicialmente, da mortalidade infantil), em função de melhorias dos sistemas de saneamento, na saúde pública e no nível educacional da população; o segundo consistiria em mudanças no comportamento reprodutivo, associadas frequentemente ao retardamento do início da vida reprodutiva e, principalmente, ao controle da fecundidade; e o terceiro, nos efeitos do padrão moderno de crescimento econômico, que impactaria na mobilidade dos indivíduos e na dinâmica do crescimento populacional.

A *taxa de fecundidade* é uma estimativa do número médio de filhos que uma mulher teria até o fim de seu período reprodutivo. Essa taxa impacta diretamente na força de trabalho, uma vez que, o aumento ou redução da fecundidade, altera a oferta de força de trabalho (contribuintes) e potenciais beneficiários a longo prazo. A *taxa de natalidade* é um ramo da demografia que determina o número de nascidos vivos a cada mil habitantes de uma determinada área ou região, por um determinado período de tempo, geralmente um ano. No Brasil, de acordo com o IBGE, em 1980, essa taxa era estimada em 4,12 filhos por mulher e caiu para 2,39 em 2000. As projeções do IBGE estimam que esse número irá para 1,51 em 2030 e chegará a 1,50 em 2060.

O aumento da *expectativa de vida* resulta em pagamentos de benefícios para idosos e benefícios para a saúde por períodos maiores, sendo que os gastos com benefícios com

idosos podem ser consideravelmente mais custosos que o gasto com jovens.

A *migração* é a variável, geralmente, de menor impacto na projeção, dependendo da magnitude, da faixa etária dos migrantes e de seu padrão de migração pode até ser desconsiderada. Por exemplo, se a migração principalmente consistir de trabalhadores jovens que a longo prazo migram para outro país antes de se aposentar, o efeito nas despesas é positivo, já que o número de contribuintes aumenta (temporariamente) porém estes não irão receber aposentadorias a longo prazo. Diante disso, o impacto da migração sobre as contas do sistema previdenciário apenas pode ser determinado com uma visão consistente sobre as disposições da Previdência Social e a existência de acordos internacionais de proteção social. No caso de migrações entre clientelas urbanas e rurais dentro do mesmo país a análise é diferente, principalmente no caso do Brasil. As regras de contribuição e recebimento de benefícios para populações urbana e rural são bem distintas, sendo assim, a *taxa de urbanização*, que representa a proporção da população que atua em atividades urbanas e rurais², é uma variável chave para o caso do sistema previdenciário brasileiro.

Então, para os modelos descritos neste trabalho, as principais variáveis demográficas são:

- Taxa de fecundidade
- Taxa de Natalidade
- Expectativa de vida
- Taxa de migração
- Taxa de Urbanização

Diferentes políticas econômicas e de proteção social podem influenciar na mudança dessas variáveis. Políticas que beneficiem a população pobre e idosa podem aumentar a expectativa de vida, por exemplo. Da mesma forma que um crescimento da economia aliado a políticas de apoio a maternidade podem aumentar a taxa de natalidade.

2.1.2 Variáveis Econômicas

A Previdência tem um papel fundamental no desenvolvimento econômico, fornecendo um sistema de distribuição de benefícios (renda) que buscam melhorar a saúde dos trabalhadores e aposentados. Esses benefícios permitem a manutenção dos níveis de consumo da população durante as fases inativas de suas vidas, além de a reduzir a pobreza o que é pré-requisito essencial para o crescimento da economia.

² A proporção da população que atua em atividade rural pode ser estimada como $1 - (\text{taxa de urbanização})$.

As principais variáveis econômicas presentes em modelos atuariais são:

- **Reajuste dos salários:** as taxas de reajustes dos salários médios e salário mínimo influenciam diretamente as receitas de contribuições e as despesas com benefícios, já que, no caso do Brasil, muitos benefícios são indexados pelo salário mínimo. Em geral, os salários são reajustados de acordo com a inflação, exceto o salário mínimo que segue uma regra específica³.
- **Inflação:** a taxa de inflação é o aumento no nível de preços, ou seja, é a média do crescimento dos preços de um conjunto de bens e serviços em um determinado período. A inflação pode impactar negativamente nos salários, quando os reajustes destes forem abaixo da inflação.
- **Taxas de juros:** é o instrumento utilizado pelo Banco Central para manter a inflação controlada ou para estimular a economia. Se a taxa de juros é reduzida, a população tem maior acesso ao crédito e assim, pode consumir mais. Esse aumento da demanda pode pressionar o aumento dos preços, elevando a inflação. Porém, se os juros sobem, tem-se o efeito contrário, a oferta de crédito diminui, reduzindo o consumo e o aumento dos preços, reduzindo a inflação.
- **Desemprego:** a taxa de desemprego representa a proporção de pessoas capazes de exercer uma profissão e que procuram um emprego remunerado, mas que, por diversas razões, não entram no mercado de trabalho. O desemprego é afetado pelo momento econômico (crescimento ou ressecção), pelos salários e pela produtividade.
- **Produtividade:** na economia, a produtividade é a relação entre aquilo que é produzido e os meios empregues (mão-de-obra, materiais, energia, etc.). Assim, o aumento da produtividade afeta positivamente a economia do país, porém se não estiver aliado a uma política de aumento da força de trabalho pode impactar negativamente as taxas de desemprego.
- **Formalização:** a proporção do número de trabalhadores no mercado formal, que no caso do Brasil seriam aqueles que têm carteira assinada e contribuem para a Previdência Social. O aumento ou redução da formalização tem impacto direto na receita, pois mais trabalhadores formais, significa maior arrecadação. A longo prazo, a formalização impacta na despesa a medida que um maior número de contribuintes

³ A fim de promover a redução da pobreza e diminuição da desigualdade na distribuição de renda, o governo brasileiro propôs, em 2007, as diretrizes para a política de valorização do salário mínimo, válida para os anos de 2008 (Lei nº 11.709/2008), 2009 (Lei nº 11.944/2009), 2010 (Lei nº 12.255/2010) e 2011 a 2015 (Lei nº 12.382/2011), e 2016 a 2019 (Lei nº 13.152/2015). De acordo com a regra, o reajuste do valor do salário mínimo corresponde a uma parcela de reajuste nominal (variação acumulada do Índice Nacional de Preço ao Consumidor - INPC) acrescido de outra que visa ao aumento real do salário mínimo (taxa de crescimento real anual do PIB de dois anos anteriores ao ano de referência).

também significa uma maior número de beneficiários. Um cenário de aumento de impostos ou de reforma da Previdência, por exemplo, pode incentivar a informalidade, impactando de forma negativa nas contas da Previdência.

- **Crescimento econômico:** um cenário de crescimento econômico ou crescimento do PIB com aumentos reais no salário oferece mais potencial para financiar os benefícios da Previdência, além de permitir um aumento da produtividade através de investimentos.

2.1.3 Variáveis Previdenciárias

O conjunto de variáveis previdenciárias utilizadas no processo de modelagem podem variar de acordo com o nível de complexidade do modelo. Mas, em geral, para modelos de longo prazo, as variáveis mais comuns são:

- **Alíquotas de contribuição:** são as taxas de contribuições cobradas sobre a renda bruta dos trabalhadores. As alíquotas afetam diretamente na receita da Previdência e na renda disponível para consumo, o que afeta indiretamente a demanda doméstica de bens e serviços, que, por sua vez, impacta o PIB e o índice de empregos;
- **Probabilidades de entrada no sistema:** estimadas a partir de dados de concessão dos anos anteriores ao do ano inicial de projeção. Essas probabilidades variam bastante de um país para outro. No caso do Brasil, elas representam o comportamento da população com relação a solicitação de benefícios como aposentadorias por tempo de contribuição e idade, as condições de trabalho no caso do auxílios acidente e aposentadoria por invalidez, etc. No geral, os modelos consideram essas probabilidades constantes, mas elas tendem a variar de acordo com o cenário político, econômico e social do país;
- **Probabilidades de saída do sistema:** geralmente esta probabilidade é igual a probabilidade de morte para os benefícios de caráter permanente (ex: aposentadorias), mas em alguns casos são calculadas a partir de dados de cessação dos anos anteriores. A vantagem do uso da probabilidade de morte é que essa é baseada nas projeções populacionais, ou seja, variam a cada ano levando em conta as mudanças previstas na expectativa de vida. Para os benefícios de caráter temporário (ex: auxílios) as probabilidades são calculadas nos dados de estoque dos anos anteriores;
- **Reajuste dos benefícios:** define as taxas de reajustes dos benefícios que, em geral, seguem a inflação.

- **Valores médios dos benefícios:** calculados com bases nos dados de despesas e estoque dos anos anteriores. No caso do Brasil, os benefícios não podem ser inferiores a um salário mínimo⁴ e não podem ser acima do teto do RGPS⁵.

A Figura 1 apresenta as inter-relações típicas das diversas variáveis (econômicas, demográficas, e previdenciárias) que os modelos atuariais precisam levar em consideração na realização de projeções a longo prazo para um sistema previdenciário.

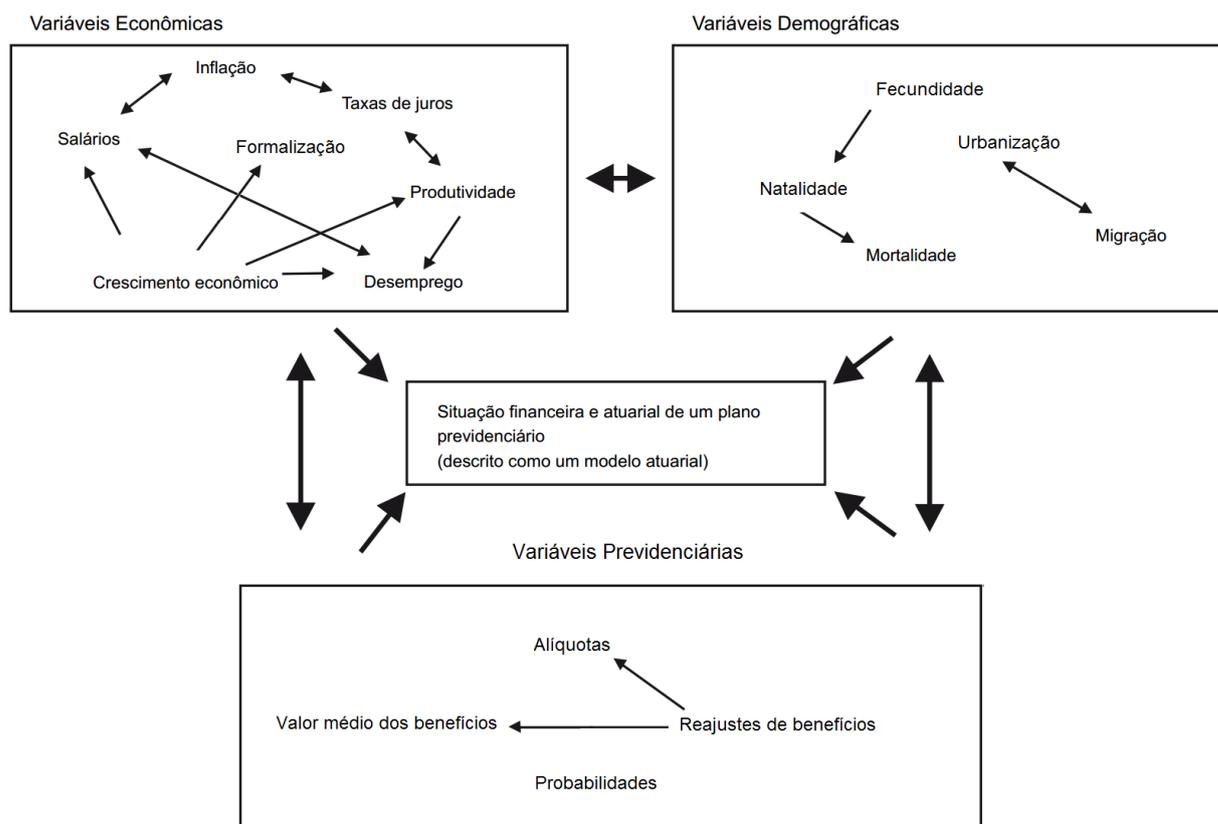


Figura 1 – Inter-relações entre variáveis em modelos de projeção para o sistema previdenciário, adaptado de (PLAMONDON et al., 2002).

2.2 Modelos de Projeção de Longo Prazo

Nesta seção serão apresentados quatro modelos atuariais de projeção a longo prazo: os dois modelos oficiais do governo brasileiro e dois modelos internacionalmente reconhecidos e adotados por vários países, o modelo do Banco Mundial e da Organização Interna-

⁴ Há dois benefícios em que o segurado pode receber valor menor que um salário mínimo. Um deles é o auxílio-acidente, cujo valor corresponde a 50% do valor do auxílio-doença que o segurado recebia e, por isso, pode ser menor que o salário mínimo. Outro benefício que pode ter um valor menor que um salário mínimo é a pensão por morte. Isso pode ocorrer quando houver mais de um dependente com direito à pensão. Nessa situação, o benefício é dividido entre os dependentes.

⁵ No caso de 2017, os valores de benefício estão entre o salário mínimo (R\$ 937,00) e o teto do RGPS (R\$ 5.531,31)

cional do Trabalho. Em seguida, são descritos diversos trabalhos relacionados a projeções de longo prazo para Previdência Social no Brasil e nos Estados Unidos.

2.2.1 O 1º Modelo de Projeção Oficial do Governo Brasileiro

Historicamente, a Previdência Social contava com um modelo de projeção de longo prazo, criado no final da década de 90, o qual permitia estimativas de receitas e despesas previdenciárias até o último ano de projeção populacional divulgada pelo IBGE. Esse modelo foi utilizado na elaboração do anexo de Metas Fiscais (Anexo III ou IV) das LDOs de 2002 a 2017. Além disso, esse modelo foi extensamente utilizado para realização de simulações⁶ de propostas de reforma previdenciária recebidas do Congresso Nacional, do Poder Executivo e aquelas advindas das discussões ocorridas durante o Fórum da Previdência Social promovido em 2007 e o Fórum de Debates sobre Políticas de Emprego, Trabalho e Renda e de Previdência Social ocorrido em 2015, cujos resultados auxiliaram os participantes no processo de tomada de decisão.

A Secretaria de Políticas de Previdência Social (SPS) do antigo Ministério do Trabalho e Previdência Social (MTPS) utiliza dois modelos de projeção de receitas e despesas do RGPS. Um para o curto prazo, período correspondente ao ano corrente e aos três anos subsequentes, e outro para o longo prazo, que parte do quinto ano seguinte ao ano corrente até o último ano para o qual são divulgadas as projeções populacionais do IBGE. Esses modelos têm funções distintas. O de curto prazo é utilizado para orientar a elaboração das propostas orçamentárias anuais, dos Planos Plurianuais e para acompanhar as receitas e despesas no ano corrente. O de longo prazo é utilizado basicamente para simular o impacto de propostas estruturais de alteração de legislação previdenciária e avaliar a evolução do resultado financeiro da Previdência ao longo dos anos (SCHWARZER; PEREIRA; PAIVA, 2009).

Como possuem objetivos distintos, os modelos apresentam algumas diferenças. O de curto prazo possui menos variáveis e utiliza basicamente a projeção de alguns parâmetros macroeconômicos elaborados pela Secretaria de Política Econômica (SPE) do Ministério da Fazenda (MF) e as receitas e despesas observadas no fluxo de caixa do INSS (SCHWARZER; PEREIRA; PAIVA, 2009). Não são utilizados parâmetros demográficos nesse modelo, uma vez que no curto prazo as variações demográficas têm impacto mínimo sobre a Previdência. Já o modelo de longo prazo, leva em conta um conjunto muito maior de variáveis demográficas, econômicas, mercado de trabalho e previdenciárias. Ao utilizar a projeção populacional, o modelo de longo prazo incorpora a expectativa de mudança na estrutura etária da população brasileira. As alterações na demografia alteram

⁶ O termo simulação utilizado nesta tese tem um sentido mais amplo do que o formalmente utilizado na área de computação. No caso desta tese, estão sendo empregados modelos analíticos para projetar as receitas e despesas do RGPS no tempo futuro. Neste escopo, o termo simulação se refere a alterar os valores de entrada para se testar cenários distintos.

consideravelmente as projeções na medida em que se altera a relação básica dos sistemas de repartição simples, ou seja, o número de beneficiários em relação ao número de contribuintes.

Durante o desenvolvimento deste estudo, não foi encontrado nenhuma descrição das equações que descrevem o modelo de curto prazo. Sendo assim, somente o modelo de longo prazo será apresentado. As equações descritas a seguir, são baseadas no Anexo IV Metas Fiscais da LDO de 2017.

É importante observar que o modelo não utiliza informações de registros individuais, mas sim informações de coortes (ou classes anuais) populacionais, sendo tais coortes por idade, sexo e clientela. Essas promovem o agrupamento de indivíduos nascidos em mesmo momento do tempo e ao longo do tempo, os quais possuem características demográficas similares. Assim, todas as equações do modelo são especificadas por várias dimensões: idade, ano, sexo, clientela e tipo de benefício.

Todas as variáveis nas equações têm quatro ou cinco índices. Os parâmetros de indexação seguem as definições e os conjuntos de valores descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros de indexação e notação geral.

Variável	Significado	Valor
i	idade	0, 1, ..., 80
t	ano	2012, 2013, ..., 2060
s	sexo	homem ou mulher
c	clientela	urbana ou rural
k	tipo de benefício	aposentadorias, auxílios, pensões, etc.

Para calcular as despesas em determinado ano, inicialmente, é necessário calcular o número de beneficiários neste referido ano, aqui referido como estoque. O estoque é calculado pelo método de fluxos, onde a concessão e cessação de benefícios são estimados, e então o estoque de benefícios em um ano é determinado. Os fluxos de concessão de benefícios são calculados como:

$$Fe(i, t, s, c, k) = P(i, t, s, c) * Pe(i, t, s, c, k) \quad (2.1)$$

onde Fe é o fluxo de entrada nos benefícios do tipo k com idade i no ano t do sexo s , na clientela c , P é a população estimada no período de projeção e Pe é a probabilidade de entrada em um benefício específico. Os valores de Pe são constantes para todos os anos. Para calcular Pe , escolhe-se um ano de referência e em seguida usa-se a Equação 2.2⁷.

⁷ Essa equação não é descrita na LDO, sua lógica foi retirada de (PLAMONDON et al., 2002)

$$Pe(i, s, c, k) = \frac{\text{concessoes}(i, s, c, k)}{P(i, s, c, k)} \quad (2.2)$$

Então, podemos projetar o estoque de benefícios usando a Equação 2.3:

$$Eb(i, t, s, c, k) = Eb(i - 1, t - 1, s, c, k) * Ps(i, t, s, c) + Fe(i, t, s, c, k) \quad (2.3)$$

onde Eb representa o estoque de benefícios do tipo k , $Eb(i - 1, t - 1, s, c, k)$ é o estoque do ano anterior, Ps é a probabilidade de um indivíduo sobreviver e Fe são as entradas (novos beneficiários). A probabilidade de sobreviver Ps é calculada conforme descrito na Equação⁸ 2.4:

$$Ps(i, t, s) = \frac{P(i + 1, t + 1, s)}{P(i, t, s)} \quad (2.4)$$

Então, o estoque total de benefícios em um ano t é dado pela soma de todos os benefícios, para todas as idades, sexos e clientela, conforme descrito em Equação 2.5:

$$\sum_i \sum_s \sum_c \sum_k Eb(i, t, s, c, k) \quad (2.5)$$

A despesa com benefícios é calculada a partir do estoque e do valor médio dos benefícios, conforme visto na Equação 2.6:

$$Db(i, t, s, c, k) = Eb(i - 1, t - 1, s, c, k) * Ps(i, t, s, c) * Vmb(i, t, s, c, k) + Fe(i, t, s, c, k) * Vmbe(i, t, s, c, k) \quad (2.6)$$

onde Db é a despesa com benefícios, Vmb é o valor médio anual do benefício pago e $Vmbe$ é o valor médio anual do benefício pago ao fluxo de entrada, os dois últimos estimados para os anos de projeção. A diferença entre Vmb e $Vmbe$ é que o primeiro leva em consideração benefícios já concedidos que não podem ter seus valores reduzidos, somente reajustados. No entanto, $Vmbe$ considera o valor pago aos novos beneficiários, que podem sofrer variações devido a mudanças nas regras da Previdência.

Para calcular a receita, é preciso estimar o número de contribuintes, de acordo com a Equação 2.7:

$$\sum_i \sum_s \sum_c C(i, t, s, c) = \sum_i \sum_s \sum_c P(i, t, s, c) * Part(i, t, s, c) * [1 - Desemp(i, t, s, c)] * d(i, t, s, c) \quad (2.7)$$

⁸ Essa equação não é descrita na LDO, sua lógica foi retirada de (PLAMONDON et al., 2002)

onde C é o estoque de contribuintes, P é a população, $Part$ é a taxa de participação na força de trabalho, $Desemp$ é a taxa de desemprego e d é a densidade da contribuição. A densidade de contribuição representa a proporção de meses que um empregado contribui anualmente, ou seja, $d = 1$ significa que um empregado contribuiu todos os meses em um ano. Uma vez que o número de contribuintes é estimado, o valor das receitas (R) no ano t é calculado como apresentado na Equação 2.8.

$$R_t = \sum_i \sum_s \sum_c C(i, t, s, c) * [al_{trab} * Min(Teto, S_a(i, t, s, c)) + al_{emp} * S_a(i, t, s, c)] \quad (2.8)$$

onde al_{trab} é a alíquota de contribuição paga pelo trabalhador, al_{emp} é a alíquota de contribuição paga pelo empregador, $Teto$ é o limite de contribuição (o maior valor sobre o qual pode se incidir a alíquota) e S_a é o salário do empregado. O Min na equação garante que o valor usado para calcular a contribuição do empregado não será maior que o limite máximo ($Teto$).

A LDO de 2017, não descreve quais benefícios são usados no modelo, porém, é evidente que o conjunto de equações apresentadas não modela de forma satisfatória particularidades de alguns benefícios, como aposentadorias por tempo de contribuições de professores ou auxílios reclusão. A simplicidade do modelo o torna fácil de implementar, mas abstrair todos os benefícios em poucas equações afeta consideravelmente a precisão dos resultados. Por fim, nota-se que o modelo é determinístico, ou seja, a partir da fixação de um conjunto de variáveis, o modelo determina de maneira única seus resultados. No Capítulo 3, serão apresentadas as principais fontes de dados do modelo e uma tentativa de reprodução dos resultados da LDO de 2012 utilizando este modelo.

2.2.2 O 2º Modelo de Projeção Oficial do Governo Brasileiro

De acordo com o Anexo IV da LDO de 2018, em 2016, técnicos da Secretaria do Tesouro Nacional (STN) e da Secretaria de Política Econômica do Ministério da Fazenda, em conjunto com a equipe de Previdência Social do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), concluíram o desenvolvimento de um novo modelo de projeção de receitas e despesas previdenciárias de longo prazo. Este novo modelo foi desenvolvido visando ter melhor aderência à legislação vigente do RGPS, modelando de forma mais precisa benefícios como aposentadorias, pensões por morte, além de contar com um módulo que permite a avaliação da despesa com os Benefícios de Prestação Continuada (BPC, de natureza assistencial) concedidos e mantidos pelo INSS. Desde então, esse novo modelo foi incorporado pela Secretaria de Previdência do Ministério da Fazenda e vem sendo utilizado para realizar as projeções oficiais de receitas e despesas previdenciárias.

Os resultados financeiros apresentados no Anexo IV da LDO de 2018 e a avaliação do impacto das propostas da PEC 287/2016, foram elaborados utilizando esse novo

modelo. Diferente do primeiro modelo, o novo modelo oficial do governo possui uma abrangência muito maior, contemplando 16 grupos de espécie de benefícios previdenciários e assistenciais. Além da divisão por grupos de espécie de benefícios, os benefícios previdenciários são especificados para três tipos de clientela: rural, urbana que recebe o piso previdenciário e urbana que recebe acima do piso previdenciário. Com exceção do salário-maternidade, todo o conjunto de benefícios são modelados com diferenciação por sexo (homem e mulher). Em resumo, o conjunto de combinações entre benefícios, clientelas e sexo totaliza um universo de oitenta e três (83) categorias específicas de benefícios do RGPS modelados (LDO, 2018), conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Descrição do conjunto de benefícios contemplados no 2º modelo de projeção do governo brasileiro.

Benefícios	Modalidade	Clientela	Sexo	Total
Previdenciários				
<i>Aposentadorias</i>	<i>Idade Usual, Idade Deficiente TC Normal, TC Def., TC Especial, TC Professor, Invalidez</i>	3	2	42
<i>Auxílios</i>	<i>Aux-Doença, Aux-Acidente, Aux-Reclusão</i>	3	2	18
<i>Salário-maternidade</i>	-	3	1	3
<i>Pensões</i>	<i>Concedidas até 2014 e a partir de 2015</i>	3	2	12
Assistenciais				
<i>BPC/Loas</i>	<i>Idoso, Deficiente</i>	1	2	4
<i>RMV</i>	<i>Idoso, Deficiente</i>	1	2	4
TOTAL				83

Outra característica deste modelo é a unificação entre o modelo de longo prazo e o de curto prazo descrito na Seção 2.2.1. Com escopo de análise e objetivo distinto, o modelo de curto prazo trabalhava com valores agregados de despesas com benefícios do RGPS, as quais cresciam via taxa de crescimento vegetativo e via reajuste anual do salário mínimo e dos demais benefícios, e incorporava as estimativas de receitas e despesas não recorrentes previstas para o período em análise, pagamentos previstos em precatórios e requisições de pequeno valor (LDO, 2018).

A unificação entre as metodológicas deu-se por meio da agregação entre as projeções fiscais do RGPS obtidas pelo modelo de longo prazo e as projeções de receitas e despesas não-recorrentes do RGPS. No lado da receita, o modelo projeta a evolução da arrecadação líquida do RGPS (sem recuperação de créditos). A seguir, é projetada a evolução das receitas não-recorrentes: receitas de recuperação de crédito e transferências do Tesouro Nacional que compensam a política de desoneração da folha de pagamentos. A partir da soma entre tais componentes, chega-se a arrecadação previdenciária líquida total,

conceito mais adequado para a receita previdenciária. No lado da despesa, o modelo projeta a despesa total com benefícios do RGPS. A partir dessas projeções, são adicionadas as despesas não-recorrentes, tais como sentenças judiciais, compensações previdenciárias e retiradas uma parcela de benefícios comumente devolvidos. Assim, chega-se a um conceito de despesa total de benefícios, conceito mais adequado para a despesa previdenciária (LDO, 2018).

O novo modelo segue a seguinte lógica: inicialmente, faz-se a projeção das quantidades de benefícios (estoques), a qual se dá por meio de estimativas da dinâmica do fluxo de entradas (concessões) e saídas (cessações) de benefícios do sistema, as quais, por sua vez, refletem a transição demográfica em curso no país. Em seguida, é projetada a evolução dos preços (salários, valores de benefícios, etc.). Por fim, são projetados os valores, referentes ao cômputo das despesas e receitas, bem como das massas salariais de subconjuntos populacionais. A projeção do PIB é baseada na hipótese de que a proporção dos salários na renda total da economia se mantém constante ao longo do tempo, assim, é possível estimar a evolução da taxa de crescimento do PIB como sendo idêntica à taxa de crescimento da massa salarial da população ocupada.

O maior nível de detalhes na modelagem dos benefícios, aumentou consideravelmente o número de equações. Diferente do primeiro modelo, que possui 6 equações, o segundo possui 50 equações, o que era esperado já que a proposta deste novo modelo é considerar as particularidades de cada benefício nas projeções. Para simplificar a leitura desta tese, optou-se por dispor a descrição detalhada da metodologia do modelo, bem como das fontes de dados primários necessários e das hipóteses utilizadas, como apêndice. Sendo assim, o Apêndice A desta tese apresenta parte do Anexo IV da LDO de 2018 que descreve detalhadamente o modelo. No Capítulo 3, será apresentada uma avaliação detalhada deste modelo.

2.2.3 Pension Reform Options Simulation Toolkit (PROST)

O PROST é o kit de ferramentas de simulação de opções de reformas previdenciárias do Banco Mundial capaz de projetar estoques, receitas e despesas para um sistema previdenciário. O modelo destina-se a promover a elaboração de políticas baseadas em evidências, superando a distância entre a análise quantitativa e qualitativa dos regimes de previdência. Segundo (BANK, 2010), o PROST é um conjunto de ferramentas flexíveis baseadas em software, facilmente adaptável ao regime de previdência de qualquer país. O PROST tem sido usado para avaliar a solvência de sistemas previdenciários de mais de 90 países.

O PROST foi projetado para responder aos seguintes tipos de questões:

- Quais serão as receitas, as despesas e a necessidade potencial de subsídios a longo

prazo?

- O sistema será viável e sustentável a longo prazo?
- O sistema proporcionará um rendimento de aposentadoria decente a diferentes categorias de pessoas?
- Como será a evolução da população, contribuintes e beneficiários do sistema.
- Como expandir a cobertura, mudar a elegibilidade, alterar os benefícios ou ajustar as taxas de contribuição afetam o sistema?
- Como os custos, despesas e passivos mudam sob várias reformas?

O modelo utiliza dados específicos do país em estudo e gera projeções populacionais, que, combinadas com premissas econômicas, são usadas para prever números futuros de contribuintes e beneficiários. Estes, por sua vez, geram fluxos de receitas e despesas. O PROST abrange tanto sistemas previdenciários públicos (ex: RGPS) quanto próprios (ex: RPPS).

Como entrada o modelo recebe os seguintes dados:

- Taxas de mortalidade, fertilidade por idade e sexo;
- Taxas de participação na força de trabalho e desemprego por idade e sexo;
- Estoques de contribuintes e benefícios por idade e sexo;
- Valores de contribuição, salários e dos benefícios por idade e sexo;
- Algumas variáveis econômicas: crescimento da economia, salários, etc.

O modelo pode simular diversos tipos de reformas, desde as reformas paramétricas - mudança das idades mínima, regras de transição, taxas de contribuição, benefícios, indexação etc. - e estruturais, como a introdução de contas de poupança de aposentadoria individuais. Além disso, é possível realizar uma análise de sensibilidade para qualquer um dos parâmetros, investigando seus impactos na demografia, economia e no sistema previdenciário. O PROST foi desenvolvido com uma combinação de planilhas do Microsoft Excel e scripts em *Visual Basic Applications* (VBA).

O PROST é um software licenciado e tem seu uso restrito ao Banco Mundial, grupos responsáveis por tomadas decisão em alguns países e parceiros de desenvolvimento. Ademais, nenhuma descrição matemática do modelo, que permitisse sua implementação e avaliação, é disponibilizada pelos seus desenvolvedores. Diante disso, o PROST não será avaliado neste momento.

2.2.4 ILO Pension Model (ILO-PENS)

O modelo de projeção para sistemas previdenciários da Organização Internacional do Trabalho (OIT) - *Internacional Labor Organization Pension Model* (ILO-PENS) - foi desenvolvido para a avaliação atuarial de regimes de previdência, fornecendo estimativas de despesas e receitas futuras e simulando a evolução do sistema sob diferentes métodos de financiamento. O ILO-PENS faz parte da família de modelos da OIT para análise financeira quantitativa, com o objetivo de fornecer perspectivas abrangentes de forma consistente em determinadas circunstâncias econômicas nacionais (SCHOLZ; HAGEMEJER; CICHON, 2000).

Basicamente, a partir de um conjunto de dados demográficos, econômicos e previdenciários de entrada, o modelo estima para cada ano as mudanças de estado (ativo, inativo ou beneficiário) dos indivíduos por idade e sexo a partir de probabilidades de transição e o conjunto de regras de elegibilidade do regime previdenciário em questão. Este ciclo de iterações continua por todo o período de projeção.

O processo de projeção pode ser resumido como:

- Do lado da receita, as contribuições podem ser calculadas multiplicando a quantidade de contribuintes, o salário médio destes e um fator de arrecadação, conforme visto na Equação 2.9.

$$Receitas = contribuintes * SalarioMedio * FatorArrecadacao \quad (2.9)$$

- Do lado das despesas, a despesa de benefícios é calculada aplicando-se os fatores de sobrevivência e os fatores de ajuste às despesas do ano anterior, e adicionando-se os benefícios recentemente concedidos, como descrito na Equação 2.10.

$$Despesas = DespAnoAnterior * fatorSobrev * reajuste + BenefConc \quad (2.10)$$

As Equações 2.9 e 2.10 simplificam o funcionamento do modelo, porém o ILO-PENS possui dezenas de equações para cada etapa da projeção. A Figura 2 apresenta um quadro geral com as variáveis de entrada e a dinâmica da projeção do ILO-PENS. O documento (ILO, 2002) descreve em detalhes as equações e o funcionamento do modelo.

Os dados de entrada e os resultados que podem ser fornecidos pelo ILO-PENS são semelhantes ao do PROST⁹. Além disso, da mesma forma que o PROST, o ILO-PENS foi desenvolvido como uma combinação de planilhas em Excel e scripts em VBA. Durante

⁹ Essa afirmação foi baseada nas análises dos artigos (ILO, 2002) e (BANK, 2010).

o desenvolvimento deste trabalho, ocorreram diversas tentativas de se obter uma cópia do ILO-PEN junto a OIT. Visto que não houve resposta da OIT, o ILO-PENS não será avaliado neste trabalho.

Todos os modelos apresentado neste capítulo seguem uma lógica semelhante: a partir de um conjunto de dados de entrada (dados demográficos, estoques de benefícios da previdência e dados econômicos) e um conjunto de parâmetros e taxas (ex: taxa de participação na força de trabalho, reajuste de salários e benefícios, etc.) os modelos projetam a evolução de contribuintes, beneficiários, receitas e despesas. A principal diferença entre os modelos está na forma de modelar (equacionar) a evolução da quantidades (estoques, contribuintes, etc.) e valores (receitas e despesas). A próxima seção, apresenta alguns trabalhos que usam modelos de projeção na avaliação de sistemas previdenciários.

2.3 Trabalhos Correlatos

As preocupações com a solidez e a transparência das previsões para Previdência nos Estados Unidos são apresentadas no trabalho (KASHIN; KING; SONEJI, 2015b). Os autores fornecem uma avaliação das previsões demográficas e financeiras feitas pela agência independente de administração da Previdência Social, conhecida como *Social Security Administration* (SSA). As previsões da SSA são utilizadas para avaliar a solvência de longo prazo dos fundos fiduciários da Previdência Social nos EUA. A comparação das previsões com os dados observados mostram que os erros de previsão eram imparciais até 2000 e depois tornaram-se sistematicamente tendenciosos. Essas distorções nos resultados levam os segurados a conclusões erradas sobre a solvência da previdência americana. Por último, eles mostram que grande parte dos resultados estão fora dos intervalos de confiança utilizados pela SSA, mostrando que a precisão das projeções tem piorado desde 2000. Não são apresentadas as equações que descrevem o modelo, isso dificulta uma comparação com os modelos utilizado no Brasil.

Em (KASHIN; KING; SONEJI, 2015a), os mesmos autores mostram que a SSA usa métodos de previsão estatísticos antigos e não disponibiliza as informações necessárias para reprodução dos resultados. Suas descobertas provêm de um grande número de entrevistas com participantes em todos os níveis dos processos de projeção. Os autores fazem avaliação detalhada da metodologia utilizada para calcular as taxas de mortalidade, vários problemas são identificados e o impacto do uso dessas taxas nas receitas e despesas é apresentado. Eles também sugerem que os resultados apresentados sofrem manipulações devido à pressão política. Finalmente, eles fazem várias propostas para resolver os problemas relatados.

Em (COSTANZI; ANSILIERO, 2017) é apresentado um estudo que busca quantificar, usando um modelo de projeção de longo prazo, o impacto da demografia sobre

as despesas da Previdência Social como proporção do PIB para o Brasil. Apesar da relevância do estudo e da adequação do modelo de projeção para o caso brasileiro, o modelo utilizado é bastante simples. O modelo é útil apenas para ilustrar os efeitos do envelhecimento da população nas despesas com aposentadorias e pensões da Previdência. Além disso, como indicado no próprio trabalho, o modelo desagrega as variáveis demográficas e de mercado de trabalho como se estas fossem independentes, de tal modo que algumas projeções podem ser viesadas por não considerarem os eventuais impactos de um fator sobre os demais. A título de exemplo, uma alteração no critério de elegibilidade que aumente a idade de aposentadoria poderia ter impacto na relação do valor do benefício com a produtividade, bem como sobre a razão de emprego. Ademais, não há avaliação de erros de projeção e cálculo de intervalos de confiança dos resultados.

O trabalho apresentado em (BELTRÃO et al., 2000), descreve o desenvolvimento de um modelo demográfico-atuarial do sistema previdenciário brasileiro com o objetivo não só de fornecer cenários de comportamento econômico-financeiro mas, principalmente, de avaliar alternativas de reforma. Este modelo foi desenvolvido por um trabalho conjunto entre IPEA e IBGE. Além do modelo matemático desenvolvido, o trabalho apresenta o MAPS, que consistem em uma versão amigável do modelo construído disponibilizado em forma de planilhas Excel com macros escritas em VBA. O MAPS é composto de basicamente três módulos: demográfico, previdenciário e econômico.

No primeiro módulo, a partir de hipóteses explícitas sobre a evolução futura das componentes de fecundidade, mortalidade e migração (informações desagregadas por sexo, idade, condição do domicílio e instante no tempo), tem-se a população brasileira no horizonte da projeção. No segundo módulo, estimam-se as populações economicamente ativas de contribuintes e de beneficiários para cada grande grupo de benefícios (aposentadoria por tempo de serviço, invalidez e idade, assim como auxílios e pensões para as populações urbanas e rurais). No terceiro módulo, receitas e gastos correspondentes às populações estimadas no segundo módulo são calculados. De maneira geral, o MAPS segue uma lógica semelhante a do 1º modelo oficial do governo descrito na Seção 2.2.1. Apesar da grande relevância do trabalho, não são apresentadas projeções de receitas e despesas, erros de projeção ou intervalos de confiança.

Conforme visto em (BOHN, 2007), muitos trabalhos fazem a análise da solvência de sistema previdenciário através da análise da estacionariedade de séries temporais de receitas e despesas. Em (MATOS; MELO; SIMONASSI, 2013), os autores propõe a utilização de três técnicas que estudam a sustentabilidade da dívida pública de países, estados e municípios, porém aplicadas ao RGPS.

Em suma, a primeira técnica testa a estacionariedade da série de saldo previdenciário, sendo a rejeição da hipótese de raiz unitária um indício de solvência do sistema da RGPS. A segunda testa a cointegração das séries de receitas e despesas, sendo a não

rejeição desta hipótese um indício sobre o efeito de compensação nas trajetórias de longo prazo da receita e despesa, sugerindo sustentabilidade da dívida. Por fim, a terceira abordagem analisa a existência de uma reação positiva da série de superávit primário frente ao aumento da dívida no período anterior através de um exercício empírico de análise de solvência ou sustentabilidade de fluxos de receitas e despesas por meio da função de reação fiscal. A principal desvantagem dessas metodologias é a incapacidade de se avaliar mudanças de regimes ao longo do tempo, além de não ser possível fazer uma decomposição dos resultados em variáveis de estoques, contribuintes, etc.

Em (MASCARENHAS; OLIVEIRA; CAETANO, 2004), os autores demonstram a metodologia utilizada para a mensuração dos impactos atuariais da reforma previdenciária do funcionalismo público da União ocorrida em de 2003, apresentando as principais razões de causa e efeito implicitamente contidas na Emenda Constitucional nº 41/03, que teve como principal alteração fim da integralidade e da paridade como direito do servidor público federal. O trabalho descreve os conjuntos de dados utilizados, bem como as diversas hipóteses, assumidas ao longo do desenho da metodologia, que permitiram gerar subsídios para as propostas do Executivo e as decisões do Legislativo na condução de todo o processo da reforma. As projeções contemplam apenas os benefícios de aposentadoria e pensão, que são os mais importantes e que representam a maior parte dos custos previdenciários, ficando fora da análise os demais benefícios. O modelo de projeção descrito possui uma lógica semelhante ao 1º modelo atuarial do governo (Seção 2.2.1), porém totalmente adaptado para o cenário dos servidores públicos da União.

Além de ter sido usado para elaboração das LDOs de 2002 a 2017, o 1º modelo de projeção a longo prazo do governo foi utilizado em diversas publicações¹⁰. Em (DELGADO, 2007), o modelo foi utilizado para avaliar o impacto de diferentes cenários de mercado de trabalho na solvência do sistema previdenciário do Brasil. No trabalho de (SCHWARZER; PEREIRA; PAIVA, 2009) são avaliados cenários alternativos para Previdência com variações em diversos parâmetros. Os cenários buscam mensurar o impacto, a longo prazo, da redução das despesas com precatórios, aumento da receita decorrente da recuperação de créditos, redução nas despesas com concessão de benefícios por invalidez, aumento da participação feminina no mercado de trabalho e da formalização da mão-de-obra. Em (GENTIL et al., 2017), os autores investigam outras variáveis que poderiam contribuir para a geração de resultados positivos para o financiamento da Previdência Social, a saber incremento na produtividade do trabalho, aumento da poupança e dos impostos (receitas da Previdência) e aumento na taxa de crescimento do emprego formal. Por último, em (CAETANO et al., 2016), os autores investigam cenários de introdução de idade mínima nas aposentadorias do Brasil.

Em (BANK, 2001), o Banco Mundial apresenta um relatório com diversas pro-

¹⁰ Em algumas publicações foram realizados ajustes e adaptações nas equações do 1º modelo.

jeções para o sistema previdenciário brasileiro. As projeções foram realizadas usando o PROST, descrito na Seção 2.2.3, e avaliam a solvência a longo prazo RGPS e o RPPS ¹¹ para o período de 1998 até 2075. São apresentados e simulados diversos cenários e algumas sugestões de reformas no sistema previdenciário. Em um trabalho mais recente, os autores de (RUDOLPH; ZVINIENE; OLINTO, 2017) analisam os impactos da proposta de reforma da previdência (PEC 287), atualmente em discussão no Brasil, utilizando o PROST. Os resultados apresentados mostram um sistema insustentável, porém nenhum intervalo de confiança para as projeções é apresentado, reduzindo a confiabilidade dos resultados.

Para facilitar a visualização dos diferentes objetivos dos trabalhos apresentados, foi realizada uma classificação dos trabalhos em 4 grandes grupos. Analisando a Tabela 3, vemos que a maioria dos trabalhos tratam de avaliar a solvência da Previdência Social para diferentes cenários demográficos e econômicos ou avaliam o impacto de reformas nas contas da Previdência. Ademais, tem-se dois trabalhos que propõem modelos de projeção e dois que avaliam a metodologia ou modelo de projeção para a Previdência dos Estados Unidos. Nenhum dos trabalhos apresentados avalia a metodologia ou o modelo de projeção utilizado pelo governo federal brasileiro nas projeções de receita e despesa da Previdência. Isso reforça a importância deste trabalho, principalmente no cenário atual de uma possível reforma da Previdência.

Tabela 3 – Classificação dos trabalhos apresentados.

Trabalho	Avalia a metodologia ou modelo de Projeção	Avalia a solvência da Previdência para diversos cenários	Propõe um modelo de projeção	Avalia o impacto de reformas
(KASHIN; KING; SONEJI, 2015b)	X			
(KASHIN; KING; SONEJI, 2015a)	X			
(COSTANZI; ANSILIERO, 2017)		X		
(BELTRÃO et al., 2000)			X	
(MATOS; MELO; SIMONASSI, 2013)			X	
(MASCARENHAS; OLIVEIRA; CAETANO, 2004)				X
(DELGADO, 2007)		X		
(SCHWARZER; PEREIRA; PAIVA, 2009)		X		X
(GENTIL et al., 2017)		X		
(CAETANO et al., 2016)				X
(BANK, 2001)		X		
(RUDOLPH; ZVINIENE; OLINTO, 2017)				X

¹¹ Os dados e simulações para o RPPS foram realizados somente para o Estado do Paraná.

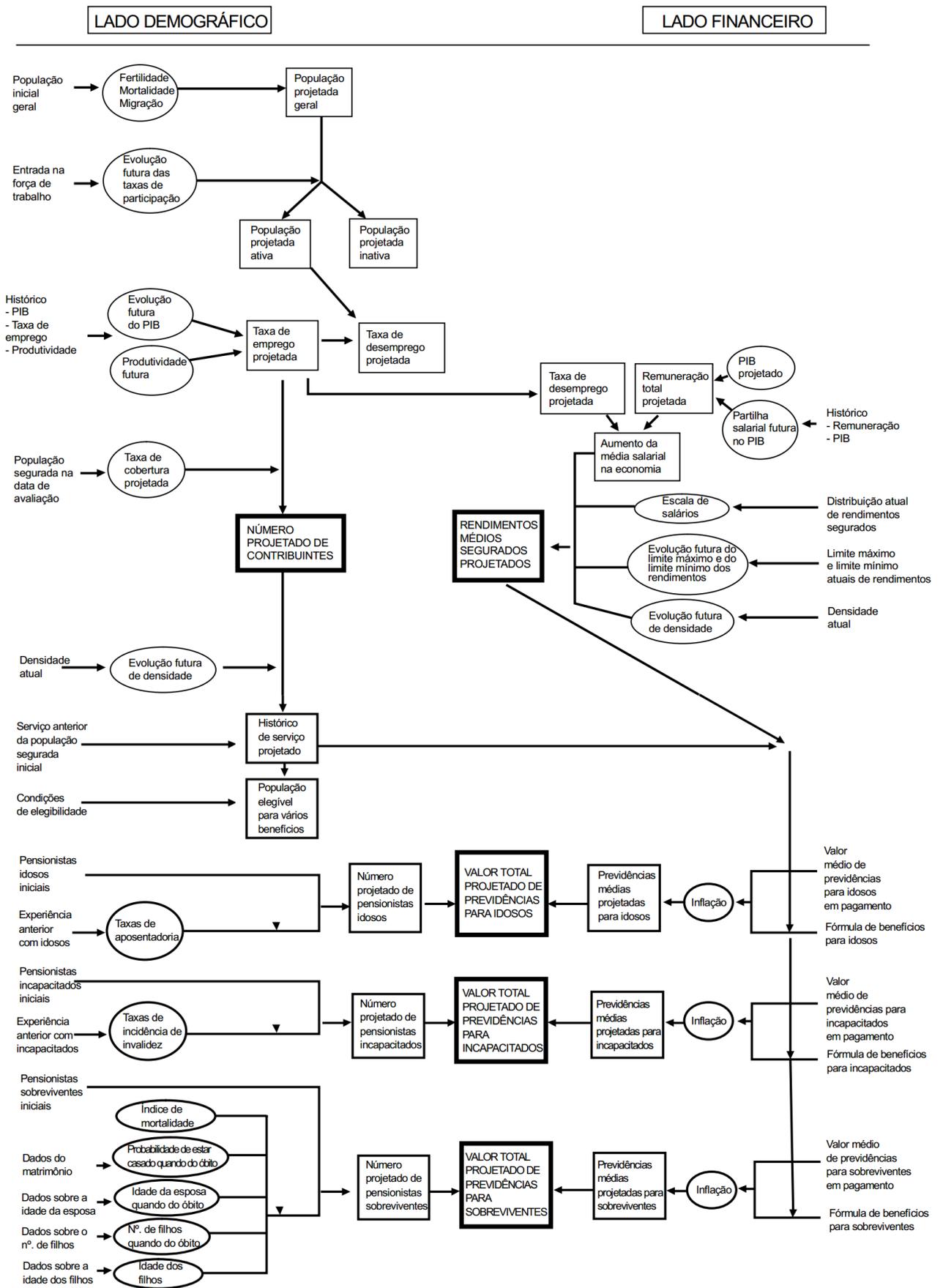


Figura 2 – Variáveis de entrada e dinâmica de projeção do modelo ILO-PENS. Fonte: (PLAMONDON et al., 2002).

3 Uma Metodologia para Aferição da Acurácia de Modelos de Projeção de Longo Prazo para a Previdência Social no Brasil

Neste capítulo é apresentada uma metodologia para aferição da acurácia de modelos de projeção de longo prazo para a Previdência Social no Brasil, a partir da qual será avaliada a acurácia dos modelos oficiais do governo brasileiro apresentados no Capítulo 2.

A metodologia de aferição da acurácia dos modelos de projeção será dividida em quatro etapas e diversas subetapas, conforme Figura 3. Na primeira etapa, calculam-se os erros de projeção a partir de uma comparação dos valores projetados e executados. Em seguida, tem-se a tentativa de reprodução dos resultados da LDO, a começar pela implementação do modelo sendo avaliado e obtenção dos dados e parâmetros utilizados. Então, faz-se uma comparação dos resultados obtidos com o modelo implementado e os resultados apresentados na LDO em questão. Na etapa três, faz-se uma análise dos dados utilizados e das equações que definem o modelo matemático. Por fim, na etapa quatro, busca-se estimar quais seriam os intervalos de confiança para as projeções através de um modelo matemático simplificado. É válido ressaltar que, para alguns modelos de projeção, certas etapas não serão executadas, seja por falta de informações ou porque a análise é semelhante a realizada em outro modelo.

3.1 Aferição do 1º Modelo Oficial do Governo

Nas próximas seções serão apresentadas várias análises relacionadas a precisão dos resultados, nível de transparência da modelagem e conjuntos de dados utilizados nas projeções apresentadas nas LDOs de 2002 a 2017.

3.1.1 Erros de Projeção das Receitas e Despesas

Para o 1º modelo de projeção do governo, faz-se o exercício de aferir o grau de confiabilidade das previsões realizadas pelo governo federal para o período de 2002 a 2015. Para isto, foram obtidos os resultados financeiros do RGPS previstos em cada Anexo IV das LDOs dos anos de 2002 a 2015, depois comparou-se com os resultados efetivamente realizados, divulgados no Infologo¹ e nas estatísticas oficiais².

¹ Base de Dados Históricos da Previdência Social - www3.dataprev.gov.br/infologo/

² Anuários Estatísticos da Previdência Social de 2013 e 2015

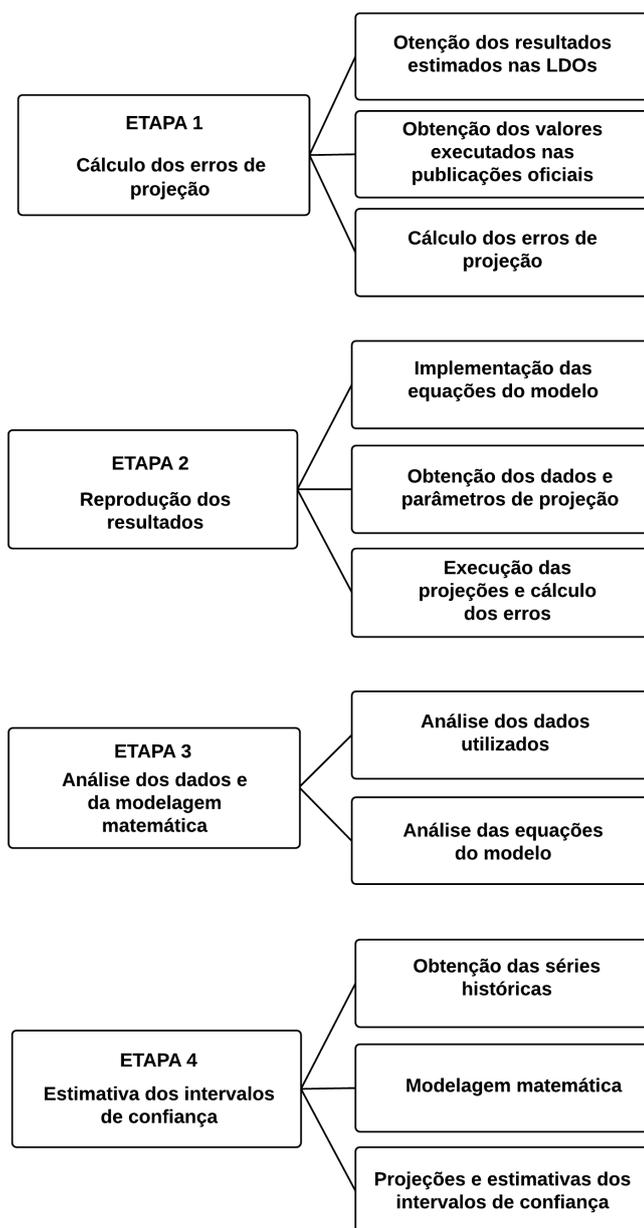


Figura 3 – Etapas da metodologia de aferição da acurácia dos modelos de projeção.

As LDOs são produzidas um ano antes do ano correspondente, ou seja, a LDO de 2016 foi apresentada ao Congresso em abril de 2015. Além disso, como a LDO é escrita um ano antes do ano correspondente, os dados utilizados têm um atraso de 2 anos. Assim, a LDO 2016 é produzida em 2015 usando dados de 2014.

Para o cálculo dos erros entre os resultados projetados e realizados, foram escolhidos os três anos com o maior número de menções nas diferentes LDOs desde 2002, a saber, 2013, 2014 e 2015. As Figuras 4 e 5 apresentam o erros de projeção das receitas e despesas, respectivamente, para os anos de 2013, 2014 e 2015. A curva para o ano de 2013 na Figura 4, por exemplo, mostra a diferença entre o valor realizado de receita em

2013 e a receita estimada para 2013 em cada LDO de 2002 a 2015.

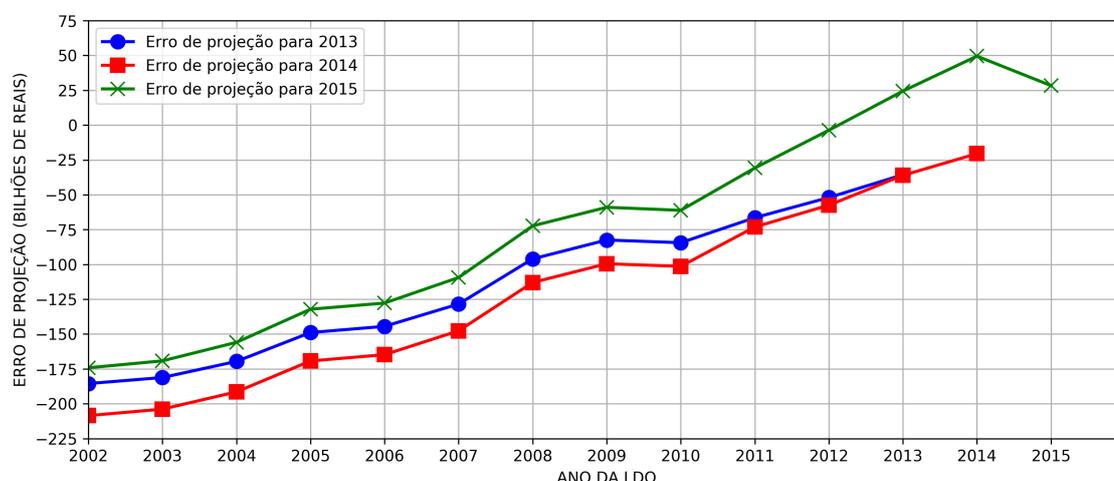


Figura 4 – Erros de projeção para receitas em cada LDO para os anos de 2013, 2014 e 2015. Cada curva mostra as diferenças entre o valor realizado de receita de um determinado ano (2013-2015) e a receita estimada para esse anos em cada LDO de 2002 a 2015.

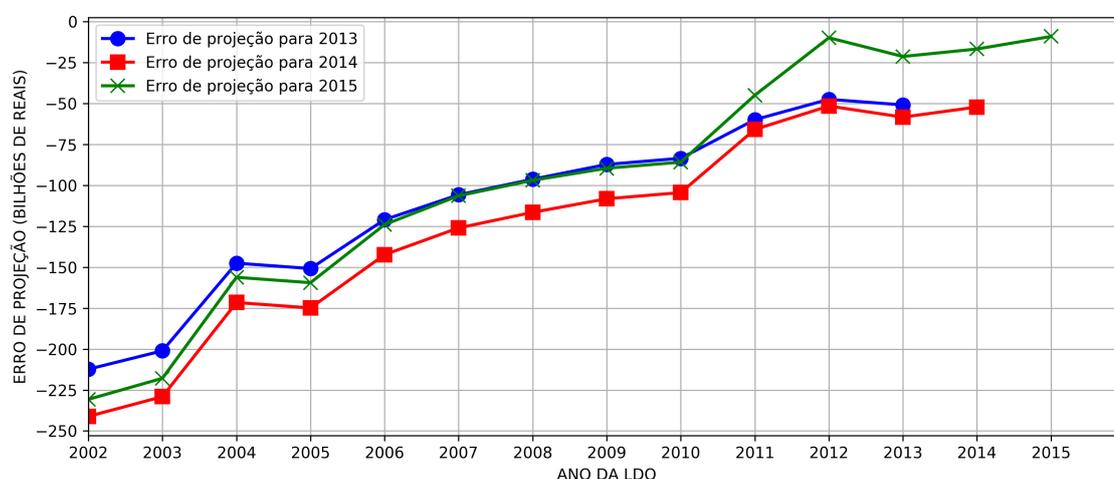


Figura 5 – Erros de projeção para despesas em cada LDO para os anos de 2013, 2014 e 2015. Cada curva mostra as diferenças entre o valor realizado de despesa de um determinado ano (2013-2015) e a receita estimada para esse ano em cada LDO de 2002 a 2015.

O primeiro aspecto das previsões de receita é o erro substancial, neste caso, da subestimação. Observe que o erro é maior à medida que LDO se afasta da data prevista. Uma exceção foi a receita prevista para o ano 2013, explicada pelo declínio repentino e acentuado da atividade econômica observada no Brasil a partir de 2014. Na Figura 5, observamos que as previsões de despesas também mostram um padrão de erro sistemático,

semelhante ao que foi observado para as receitas, onde o erro é maior à medida que o ponto de previsão se distingue do seu ano original.

O resultado financeiro ou solvência de longo prazo da Previdência é a diferença entre receitas e despesas. Assim, pode-se ter uma situação de superávit ou déficit no resultado financeiro. A Figura 6 mostra um viés de superestimação do déficit até 2013 e, a partir de 2014, a subestimação do déficit. É importante enfatizar que estamos lidando com erros de projeção e os resultados apresentados na Figura 6 não mostram o verdadeiro resultado financeiro da Previdência Social. Assim, um erro de superestimação do déficit não significa que não houve déficit e vice-versa.

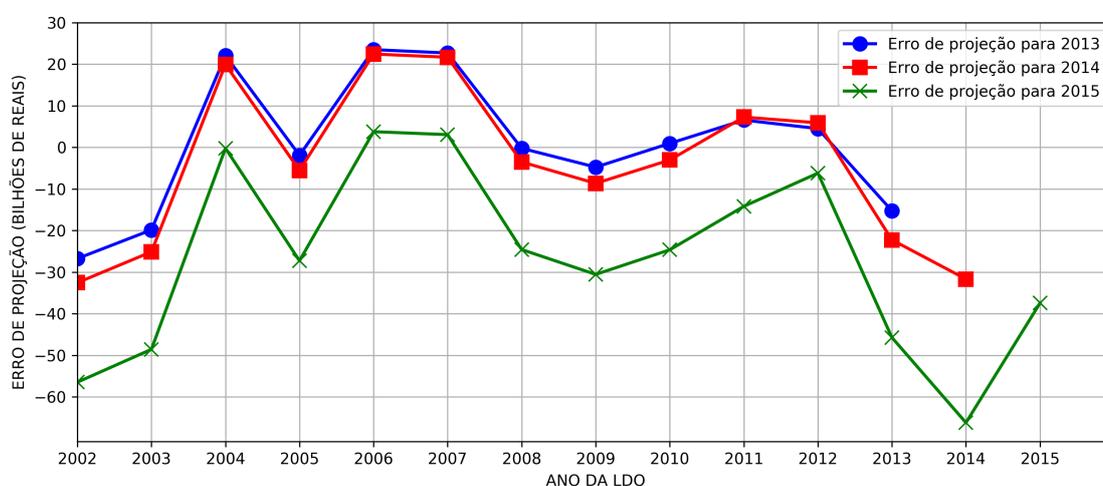


Figura 6 – Erros de projeção para o resultado financeiro em cada LDO para os anos de 2013-2015. Cada curva mostra as diferenças entre o resultado financeiro observado de um determinado ano (2013-2015) e o resultado financeiro estimado para esse ano em cada LDO de 2002 a 2015.

Uma característica comum dos três conjuntos de projeções apresentadas, como se poderia esperar, é a relação entre o tamanho do erro de projeção e a distância do ano base. Uma importante fonte de distorção nas previsões vem da contaminação por fenômenos econômicos de curto prazo, o que leva a uma replicação das condições econômicas prevalentes no ano base para o futuro. Assim, uma projeção que se inicia em um ano de maior crescimento econômico tende a replicar esse efeito para a série futura e, inversamente, em anos de economia estagnada. Assim, quando se analisa as previsões para o ano 2060, apresentadas nas últimas LDOs, não se tem validade estatística, já que temos uma explosão do erro à medida que a projeção evolui. Por fim, como o modelo é determinístico, não se tem estimativa de intervalos de confiança para as projeções.

3.1.2 Reprodução dos Resultados da LDO de 2012

Na segunda etapa de avaliação do 1º modelo, buscou-se, a partir das informações disponíveis no Anexo IV das LDOs e dados demográficos e previdenciários públicos, reproduzir as projeções de receita e despesa divulgados pelo governo. Atualmente, a Secretaria de Previdência Social (SPS) do Ministério da Fazenda é responsável pelas projeções descritas no Anexo IV das LDOs. No entanto, a SPS não compartilha informações suficientes sobre os procedimentos de projeção e, como resultado, nenhuma avaliação quantitativa totalmente independente havia sido realizada. A possibilidade de reprodução de projeções e compartilhamento de dados é amplamente compreendida e aceita em toda a comunidade científica (KASHIN; KING; SONEJI, 2015a).

Inicialmente, examinou-se os Anexos de todas as LDOs de 2002 a 2017 e identificou-se que as equações são exatamente as mesmas em todos os documentos. No entanto, a partir da LDO 2009, é mencionada uma versão atualizada do modelo de projeção, que, por exemplo, adotou um novo conceito de taxa de participação e descartou o uso direto da taxa de desemprego. Não obstante este fato, as equações especificadas não mudaram e a taxa de desemprego ainda é usada como uma das variáveis. Em (SCHWARZER; PEREIRA; PAIVA., 2009), os autores descrevem um conjunto de melhorias no modelo de projeção, como a inclusão da taxa de formalização do emprego e no Anexo IV da LDO de 2014 é mencionado uma segunda atualização do modelo. Mas, novamente, não são realizadas alterações nas equações do modelo. Dado esses fatos, não está claro qual modelo foi usado nas projeções, dificultando muito uma reprodução independentes dos resultados.

Em um segundo momento, um conjunto de dados da Previdência Social foi obtido junto a DATAPREV³. Os dados obtidos foram do período de 2010 a 2014. Por fim, a LDO de 2012⁴ foi escolhida como referência na tentativa de reprodução dos resultados. Os dados e parâmetros utilizados na projeção são descritos na Tabela 4.

Tabela 4 – Fontes de dados e parâmetros utilizados na tentativa de reprodução das projeções da LDO de 2012.

Período projetado	2012-2031
Dados populacionais	Projeções do IBGE de 2008
Dados de mercado de Trabalho	Tabela 5.1 do Anexo III da LDO de 2012
Dados de Estoque	Dados de 2010 da DATAPREV
Dados de receitas e despesas	Dados de 2010 da DATAPREV
Densidade de contribuição	1
Alíquota de contribuição do trabalhador	8, 9 ou 11% dependendo do salário
Alíquota de contribuição do empregador	20%
Crescimento da produtividade do trabalho	1,6% ao ano

Algumas variáveis descritas no modelo 1º modelo de projeção (Seção 2.2.1) não

³ Empresa de Tecnologia e Informações da Previdência Social.

⁴ Na LDO de 2012, as projeções atuariais para o RGPS são apresentados no Anexo III.5

têm seus valores ou equações apresentadas nas LDOs, como, por exemplo, o valor da densidade da contribuição e os cálculos das probabilidades de entrada e sobrevivência. As probabilidades de entrada foram estimadas com base no fluxo de benefícios concedidos nos últimos anos e as probabilidades de sobrevivência foram calculadas com base nos dados da população fornecidos pelo IBGE como descrito anteriormente nas Equações 2.2 e 2.4, respectivamente.

Conforme descrito previamente, a LDO de 2012 menciona um modelo de curto prazo que é usado para prever os primeiros cinco anos (2011 a 2015) e, em seguida, um modelo de longo prazo usado nos anos restantes. Nas LDOs, não há descrição do modelo de curto prazo e nenhum outro documento descrevendo foi encontrado. Portanto, todos os resultados apresentados são baseados apenas no modelo de longo prazo.

As equações do 1º modelo foram implementadas no software MATLAB e projeções para receitas e despesas do RGPS foram realizadas. A Figura 7 mostra as diferenças (em %) entre os valores constantes na LDO de 2012 e os resultados obtidos.

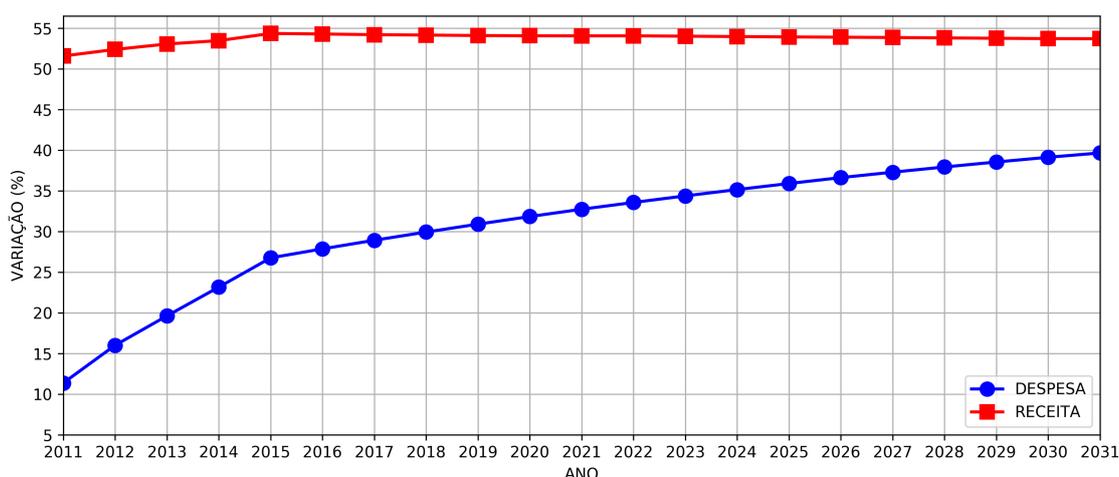


Figura 7 – Diferença (em %) entre os resultados da LDO de 2012 e os obtidos com a implementação do 1º modelo.

No que diz respeito às despesas, a variação inicial é de 11% e aumenta ao longo dos anos⁵, chegando a 39% em 2031. Existem várias razões possíveis para essas diferenças entre resultados obtidos e os valores oficiais. Em primeiro lugar, não há informações sobre o modelo de curto prazo. A LDO menciona que os resultados a curto prazo são fornecidos pela Secretaria de Política Econômica no Ministério da Fazenda, seguindo a chamada grade de parâmetros lançada em 8 de abril de 2011. No entanto, uma análise mais detalhada do documento não revela informações particularmente úteis que poderiam ser

⁵ A mudança no padrão de crescimento observado no gráfico para o ano de 2015 é consequência da redução na taxa de reajuste dos salários e benefícios para 3,5% ao ano a partir de 2016.

usadas. Em segundo lugar, existe uma clara ausência de conjuntos de dados⁶ e parâmetros (ex: densidade de contribuição, taxas de desemprego, etc.) utilizados nas projeções. Todos os dados necessários deveriam ser descritos ou, pelo menos, referenciados, para viabilizar projeções independentes.

Analisando a Figura 7, observa-se uma variação média de 53,7% nas receitas, com pequenas mudanças. Como a LDO não descreve nenhuma outra fonte de receita, e a partir da Tabela 5, tem-se que a contribuição de funcionários e empresas corresponde a aproximadamente metade da receita da Previdência, acredita-se que algum ajuste é aplicado à previsão de cada ano para contabilizar outras receitas (COFINS, CSLL, etc.).

Tabela 5 – Proporção da receita de contribuições de empregados e empresas (RCEE) em relação à receita total.

Ano	RCEE	Receita Total	(%)
2011	143.3	242.2	59.1
2012	156.4	268.8	58.1
2013	159.5	292.6	54.5
2014	167.4	312.7	53.5
2015	170.3	319.6	53.2

O fracasso na tentativa de replicação reforça a falta de transparência nos métodos utilizados pelo governo brasileiro para prever receitas e despesas da Previdência Social. Em relatórios financeiros futuros, o governo deve incluir uma descrição detalhada dos métodos, dados utilizados, uma discussão sobre os erros de projeção de relatórios anteriores, o que foi aprendido e quais ações podem ser necessárias para melhorar as projeções.

Todos os códigos referente ao 1º modelo e conjuntos de dados utilizados para o cálculo das projeções apresentadas estão disponíveis em (SILVA, 2017a).

3.1.3 Análise dos Dados Utilizados

Para realizar as projeções da Previdência Social, dois conjuntos de dados são essenciais: projeções da população e estatísticas de mercado de trabalho (IYER, 2002). As projeções da população são realizadas pelo IBGE, o instituto responsável pelas estimativas oficiais da população. Atualmente, o IBGE tem quatro projeções populacionais, identificadas pelos anos em que ocorreram: 2000, 2004, 2008 e 2013. Os conjuntos de dados do mercado de trabalho são fornecidos pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), realizada anualmente pelo IBGE.

Para garantir a confiabilidade nas projeções da Previdência, é crucial que uma atualização anual seja realizada nos conjuntos de dados utilizados. Portanto, espera-se que os dados mais recentes disponíveis sejam utilizados nas projeções. No entanto, como

⁶ Não se tem certeza se os dados previdenciários utilizados foram os mesmos da DATAPREV.

descrito na Tabela 6, os dados populacionais (IBGE) e do mercado de trabalho (PNAD) utilizados nas projeções levam anos para serem atualizados. Por exemplo, os dados da PNAD de 2005 foram usados para LDOs de 2009 a 2013, mas em nenhum momento no Anexo IV das LDOs é justificado o uso destes dados defasados.

Tabela 6 – Ano dos conjuntos de dados utilizados em cada projeção.

Ano da LDO	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Dados do IBGE	2004	2004	2008	2008	2008	2008	2008	2013	2013	2013
Dados da PNAD	2000	2005	2005	2005	2005	2005	2009	2009	2009	2009

A Figura 8 mostra a relação entre o número total de contribuintes e a população em idade ativa (16 a 64 anos) para os anos de 2009 e 2014 de acordo com a PNAD dos anos respectivos. Observa-se uma clara mudança na estrutura de mercado de trabalho para a direita da curva, demonstrando uma mudança significativa no mercado de trabalho em um período em que as previsões do governo os consideram constantes. A taxa de participação sofreu mudanças significativas, mas essas mudanças são simplesmente ignorados no modelo de projeção.

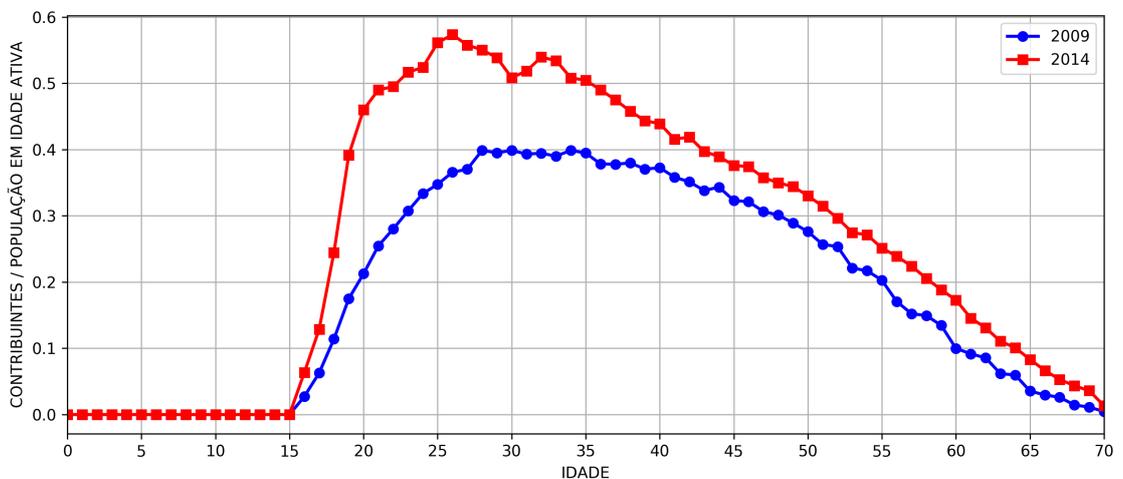


Figura 8 – Relação de contribuintes pela população em 2009 e 2014 de acordo com a PNAD dos respectivos anos.

Uma maneira simples de analisar o impacto dos dados do mercado de trabalho pode ser feita da seguinte forma: o número de contribuintes pode ser calculado como:

$$\text{Pop}(u, r) = f(\text{Pop}_{total}, \text{Urb}_{taxa}) \tag{3.1}$$

$$\text{Emp}(u, r) = f(\text{pop}(u, r), \text{Part}, U) \tag{3.2}$$

A Equação 3.1 calcula a população urbana (u) e rural (r) a partir da população total (Pop_{total}) e taxa de urbanização (Urb_{rate}). Então, na Equação 3.2, o número de contribuintes é calculado em função da população, da taxa de participação na força de trabalho e da taxa de desemprego. Assim, o montante total da receita é uma função da quantidade de contribuintes, salários médios e alíquotas de contribuição conforme descrito na Equação 3.3.

$$Rec(u, r) = f(Emp(u, r), SalarioMedio, aliquota) \quad (3.3)$$

Conforme descrito na Tabela 6, as últimas quatro versões (2014-2017) usam valores fixos de taxas de urbanização, taxa de participação da força de trabalho e desemprego, calculados a partir da PNAD de 2009. Na prática, o conjunto de equações colapsa, o que torna a equação 3.3 uma função simples das mudanças populacionais totais, independentemente da dinâmica do mercado de trabalho nos anos referidos.

O uso de dados desatualizados de mercado de trabalho tem grande influência nos resultados, o que compromete sua confiabilidade. Em outro exercício, revisou-se as previsões apresentadas na Seção 3.1.2 alterando os dados de participação da força de trabalho de 2005 (utilizados na LDO de 2012) com os dados de 2009 (retirados da LDO de 2014). Conforme mostrado na Figura 9, há um aumento médio de 9% na receita, 2% na despesa e 6% no número de contribuintes.

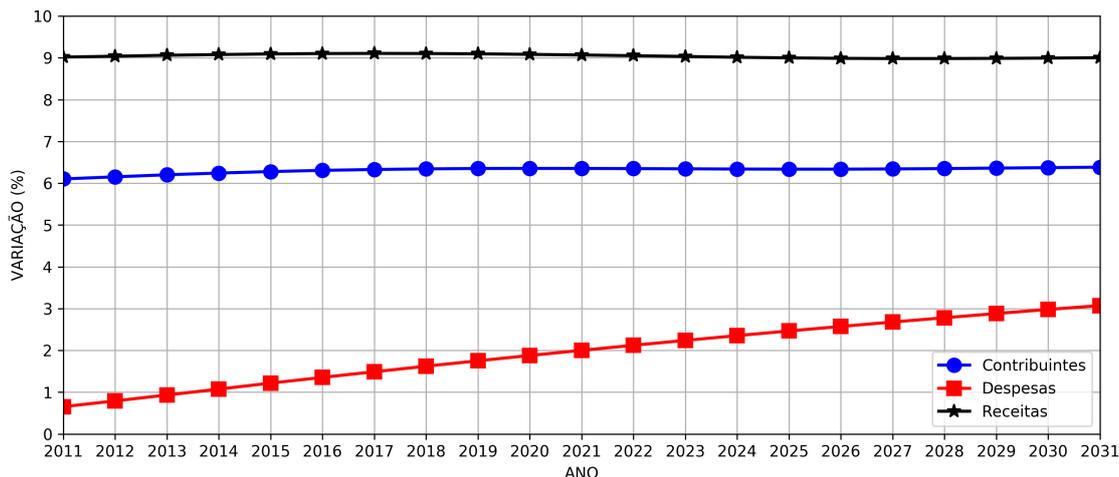


Figura 9 – Variação nas projeções de receita e despesa e contribuintes alterando os dados de mercado de trabalho da PNAD de 2005 para 2009.

Diante do exposto, é nítido as falhas e limitações do 1º modelo oficial do governo. O baixo grau de transparência dos instrumentos e métodos utilizados para o cálculo dos resultados previdenciários dificultam a avaliação e reprodução dos resultados. Ao se

desconsiderar alterações ocorridas no mercado de trabalho e possíveis melhorias no nível de emprego e formalização a longo prazo, o modelo se torna uma simples função das mudanças demográfica, tornando o mesmo obsoleto e irrealista. Mesmo que este modelo não seja mais utilizado para o cálculo das projeções oficiais, os resultados apresentados no período de 2002 a 2017 foram publicados em Leis e utilizados como justificativa para diversas propostas de reforma na Previdência Social.

3.2 Aferição do 2º Modelo Oficial do Governo

Como o 2º modelo oficial do governo é recente, não se tem muitos resultados oficiais para o cálculo de erros de projeção como feito para o 1º modelo. Sendo assim, a avaliação do modelo se inicia com uma tentativa de reprodução dos resultados da LDO de 2018.

3.2.1 Reprodução dos Resultados da LDO de 2018

A primeira etapa no processo de reprodução é a obtenção dos dados de entrada do modelo, a saber os dados demográficos, estoques previdenciários, dados de mercado de trabalho e dados econômicos. Na audiência pública da Comissão Especial da Reforma da Previdência realizada no dia 15 de março de 2017, após diversas solicitações de parlamentares, o governo federal apresentou um conjunto de três Avisos Ministeriais e uma planilha digital⁷ em formato Excel, que pretendiam responder às questões levantadas e encaminhadas por deputados. A planilha digital entregue pelo governo possui um conjunto de dados, que se entende serem aqueles utilizados para o cálculo das projeções do governo. A maior parte das informações foram obtidas da DATAPREV e PNAD, conforme dito nos Avisos.

3.2.1.1 Inconsistências nas Equações

A segunda etapa do processo de reprodução foi a implementação das equações do modelo. Durante o desenvolvimento desta etapa foram identificados diversos problemas nas equações. Algumas equações do modelo contém problemas de inconsistências severas que impedem ou pelo menos dificultam seu entendimento. A Figura 10 apresenta um quadro com as Equações 11, 14, 16, 19 e 24 descritas no Apêndice A.

A Equação 11 da Figura 10 projeta o estoque das aposentadorias ao longo tempo. Os termos entre parênteses representam a probabilidade de morte (λ) e o fator de ajuste de mortalidade (E). O cálculo do fator de ajuste de mortalidade é descrito pela Equação 14 da Figura 9. Substituindo a Equação 14 na Equação 11, temos que os elementos (λ s) se anulam, não fazendo sentido o uso da probabilidade de morte nas

⁷ Documento *DOC 015* do Ministério da Fazenda disponível em: <http://legis.senado.leg.br/comissoes/docsRecCPI?codcol=2093>

$$\begin{aligned} {}^{\alpha}cQ_{i,t}^S &= {}^{\alpha}cQ_{i-1,t-1}^S \cdot (1 - \lambda_{i,t}^S \cdot {}^{\alpha}e_{i,t}^S) + {}^{\alpha}cCo_{i,t}^S & (11) \\ {}^{\alpha}e_{i,t}^S &= {}^{\alpha}ce_{i,t}^S / \lambda_{i,t}^S & (14) \\ {}^{\alpha}c\rho_{i,t}^S &= {}^{\alpha}cCo_{i,t}^S = {}^{\alpha}cCo_{i,t}^S / [{}^{\alpha}cQ_{i,t-1}^S + ({}^{\alpha}cCo_{i,t}^S / 2)] & (16) \\ {}^{Aa,Ar}{}_c\phi_{i,t}^S &= {}^{Aa,Ar}{}_ce_{i,t}^S = {}^{Aa,Ar}{}_cQ_{i,t}^S / {}_cF_{i,t}^S & (19) \\ {}^{PeB}{}_cCo_{i,t}^H &= v_{i-D_{i,t}}^M \cdot ({}_cF_{i-D_{i,t},t}^M + \sum {}^{\alpha}Q_{i-D_{i,t},t}^M) * \lambda_{i-D_{i,t},t}^M & (24) \end{aligned}$$

Figura 10 – Equações com problemas, retiradas do Apêndice A.

equações. Assim, deve existir algum erro ou na Equação 11 ou na Equação 14, pois o uso da probabilidade de morte e fator de ajuste de mortalidade na estimativa dos estoques é válida, mas não da forma como descrito nas equações.

A Equação 16 da Figura 10, expressa a taxa de concessões de cada um dos 7 tipos de aposentadorias previstos pelo modelo e as probabilidades de concessão anuais desses benefícios até 2060. A variável Q do primeiro termo do denominador, é definida como sendo a “quantidade de beneficiários” e vem acompanhada de um índice alfa (modalidade de aposentadoria). Entretanto, se posta no denominador da equação ela gera probabilidades maiores que 1 quando aplicada aos dados das planilhas apresentadas pelo governo, gerando problemas óbvios de inconsistência que distorcem os resultados. Se, entretanto, o índice alfa antes referido não fizer parte da variável Q , não é possível saber o que tal variável significaria, uma vez que ela não está descrita nos textos entregues pelo governo. Como essa equação busca calcular as “taxas de concessões de benefícios”, o correto seria utilizar a variável F (quantidade de segurados passíveis de atingir as condições de elegibilidade necessárias para requerer o benefício) no lugar do Q (estoque).

Outro problema grave foi identificado na Equação 19 que calcula a probabilidade de concessão de auxílios acidente e reclusão. Nessa equação, o Q representa o estoque de benefícios e o F a quantidade de segurados. No caso do auxílio reclusão, ao se observar os dados de estoque enviados, percebe-se que a maior parte dos beneficiários são jovens e crianças. Porém, como a equação é indexada pela idade, quando se calcula a probabilidade de um jovem de 10 anos receber o auxílio reclusão, por exemplo, percebe-se que a quantidade de segurados com 10 anos é zero ($F = 0$), gerando uma divisão por zero e probabilidades infinitas. Isso ocorre em idades menores que 15 anos para todas as clientelas e sexos do auxílio reclusão. Este problema impossibilita o cálculo das projeções de auxílios reclusão.

Além dos problemas já descritos, existem diversas equações citadas no texto da LDO de 2018 que não possuem seus termos minimamente descritos. Por exemplo, a Equação 24 da Figura 10, descreve o cálculo do número de concessões de pensões para homens. Porém não é descrito como calcular a probabilidade deste evento acontecer ($v_{i-D,i,t}^M$), ou seja, a probabilidade de geração de pensões. Por fim, outra equação ausente na descrição do modelo é a do cálculo da despesa com salário maternidade.

3.2.1.2 O modelo apresentado à Comissão de Reforma da Previdência

Em junho de 2017, após diversos requerimentos realizados na Comissão Parlamentar de Inquérito da Previdência (CPIPREV)⁸, através do Ofício 122/2017-CPIPREV enviado pelo Senado ao Ministério da Fazenda, foram disponibilizadas o conjunto de planilhas que implementam o 2º modelo oficial de projeções do RGPS do governo⁹. O documento apresenta a mesma descrição matemática apresentada no Anexo IV.6 da LDO de 2018, porém também são descritos todos os arquivos (20 planilhas em Excel) que implementam o modelo.

Analisando todas as planilhas foram identificadas diversas divergências entre as equações matemáticas descritas e o que realmente foi implementado nas planilhas. Abaixo são apresentadas as divergências mais significativas:

- A probabilidade de morte para idade zero é obtida diretamente das tábuas do IBGE, ou seja, não é calculada. Vale destacar que essa probabilidade tem grande influência em alguns benefícios como auxílio reclusão e pensão por morte.
- O cálculo da probabilidade de entrada em aposentadorias (Equação 16 do Anexo IV da LDO de 2018) usa uma equação diferente da LDO de 2018. O cálculo usa toda população ocupada no denominador ao invés dos segurados (que é um subgrupo da população ocupada), lembrando que na equação original é usado o estoque. Além disso, calcula-se a probabilidade para cada ano do período de 2011 a 2014 e depois calcula-se a média. Para a clientela rural, as planilhas utilizam toda a população rural no denominador, ao invés da lógica utilizada para os urbanos, pela qual o correto seria a população ocupada rural.

$$\text{ProbEntrada} = \frac{\text{Concessoes}}{\text{PopOcupada}} \quad (3.4)$$

- O cálculo do fator de ajuste de mortalidade (FAM) é diferente das Equações 14 e 15 da LDO de 2018. Sendo que, se as cessações ou o estoque forem zero, o fator de

⁸ A Comissão Parlamentar de Inquérito do Senado instaurada em abril de 2017 visa investigar a contabilidade da Previdência Social, esclarecendo com precisão as receitas e despesas do sistema, bem como todos os desvios de recursos.

⁹ DOC 110 e Mídia 21 disponíveis em: <http://legis.senado.leg.br/comissoes/docsRecCPI?codcol=2093>

ajuste de mortalidade é igual a 1. Esse cálculo é feito para o período de 2011 a 2014 e depois calcula-se a média.

$$FAM = \frac{\frac{Cessacoes}{Estoque}}{TxMortalidade} \quad (3.5)$$

- Os cálculos das probabilidades de entrada em auxílios também são diferentes (Equações 17, 18 e 19 da LDO de 2018). Conforme expresso nas Equações 3.6, 3.7 e 3.8, as planilhas usam a população ocupada no denominador ao invés dos segurados. Para o caso do auxílio reclusão, a população ocupada usada é sempre a masculina e são aplicados alguns deslocamentos na idade da população ocupada, de forma a se evitar divisões por zero.

$$AuxDoenca = \frac{Concessoes}{PopOcupada} \quad (3.6)$$

$$AuxAcidente = \frac{Estoque}{PopOcupada} \quad (3.7)$$

$$AuxReclusao = \frac{Estoque}{PopOcupada} \quad (3.8)$$

- No cálculo dos estoques de pensões é utilizado uma variável chamada de potenciais geradores de pensões (PGP). Sendo que, até a idade de 15 anos, os PGPs são as populações totais por clientela e sexo (ex: população urbana masculina), a partir de 16 anos o PGP são os contribuintes mais o estoque de aposentados. Um detalhe importante é que os contribuintes utilizados sempre são do sexo masculino. A Equação 3.9 descreve o cálculo da probabilidade de geração de pensão.

$$ProbGeracaoPensao = \frac{Concessoes}{PGP * TxMortalidade} \quad (3.9)$$

Existem outros detalhes de implementação que diferem do modelo matemático apresentado no Anexo IV da LDO de 2018. O objetivo aqui não é detalhar todas as diferenças, mas mostrar que elas existem e que impossibilitam a reprodução dos resultados apresentado pelo governo. Não se sabe o porquê destas alterações na implementação do modelo, mas dado que o Anexo IV da LDO é uma Lei, esperava-se o máximo de transparência e confiabilidade nas informações apresentados, o que não ocorre neste caso.

3.2.1.3 Resultados obtidos

Assim como feito para o 1º modelo de projeção do governo, todas as equações do 2º modelo apresentados no Anexo IV da LDO de 2018 e das planilhas oficiais foram implementadas em software. O software desenvolvido foi chamado de SimPrev e será detalhado no Capítulo 4.

Considerando que existem divergências entre o modelo apresentado na LDO e o implementado nas planilhas oficiais e que o objetivo desta etapa é a reprodução dos resultados da LDO de 2018, foram utilizadas as equações descritas nas planilhas. Todos os parâmetros de projeção utilizados são descritos na Tabela 7. É importante evidenciar, que as planilhas disponibilizadas pelo governo não apresentam os mesmos resultados de receitas e despesas apresentadas no Anexo IV da LDO de 2018. Isso se deve, provavelmente, por alteração em alguns parâmetros de entrada. Assim, o desconhecimento dos parâmetros exatos utilizados nas projeções, tanto por ausência destes no documento da LDO quanto da alteração na planilha, prejudica o processo de reprodução dos resultados.

Tabela 7 – Conjunto de dados e parâmetros utilizados na tentativa de reprodução das projeções da LDO de 2018.

Período projetado	2015-2060
Dados populacionais	Projeções do IBGE de 2013
Dados de urbanização e mercado de trabalho	PNAD de 2014
Dados de Estoque, Concessões e Cessações	Dados de 2011 a 2014 da DATAPREV
Dados de receitas e despesas	Dados de 2014 da DATAPREV
Alíquota de contribuição média	26.8%
Crescimento da produtividade do trabalho	1,7% ao ano
Taxa de inflação anual	4,5% ao ano
Taxa de reajuste do salário mínimo	Tabela 6.1 do Anexo IV da LDO de 2016
Taxa de reajuste dos benefícios	Tabela 6.1 do Anexo IV da LDO de 2016

Um dado importante, evidenciado na Tabela 7, é que como os dados de estoque utilizados são de 2014, o primeiro ano projetado é 2015. Porém, a LDO de 2018 não expõe essa informação, mostrando os resultados das projeções a partir de 2018, ocultando os anos anteriores (2015-2017).

O modelo descrito no Anexo IV na LDO de 2018 prevê que algumas taxas possam ser ajustadas ao longo da projeção, de forma a refletir mudanças na economia e mercado de trabalho, por exemplo. Porém, as projeções realizadas pelo governo consideram diversas taxas constantes ao longo da projeção, como por exemplo, a taxa de urbanização, participação e cobertura contributiva¹⁰, todas essas calculadas com dados da PNAD de 2014. O governo insiste no erro de considerar uma estrutura de mercado de trabalho estática, sem redução do desemprego ou aumento na formalização, o que afeta negativamente

¹⁰ Determina a proporção de contribuintes que recebem acima ou igual ao salário mínimo.

a estimativa de receitas. Por fim, as probabilidades também são constantes ao longo de toda a projeção, sendo seus valores baseados nos dados previdenciários de 2014.

A Figura 11 apresenta as projeções de receita e despesa da LDO de 2018 e obtidas pelo SimPrev. Nota-se que as curvas são bem próximas e que seguem a mesma tendência. A Figura 12 mostra a variação nos resultados de receitas e despesa do SimPrev com relação a LDO de 2018.

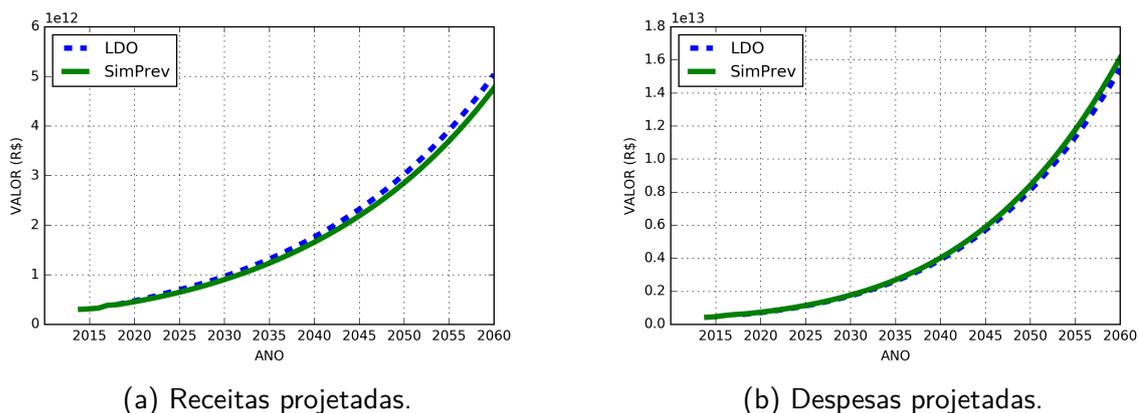


Figura 11 – Resultados das projeções na LDO de 2018 e no SimPrev.

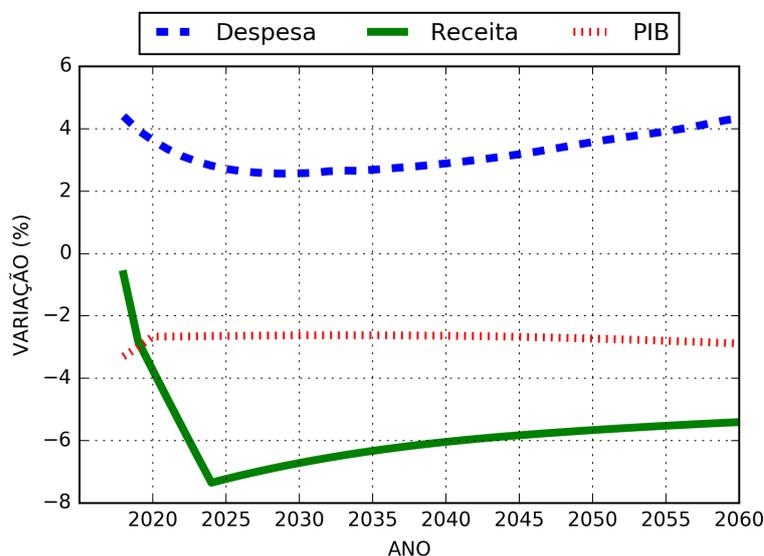
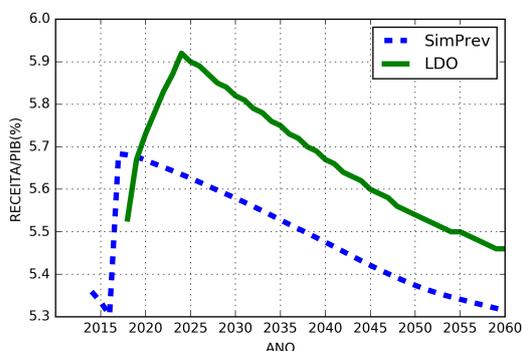


Figura 12 – Variação da projeção do SimPrev com relação a LDO de 2018.

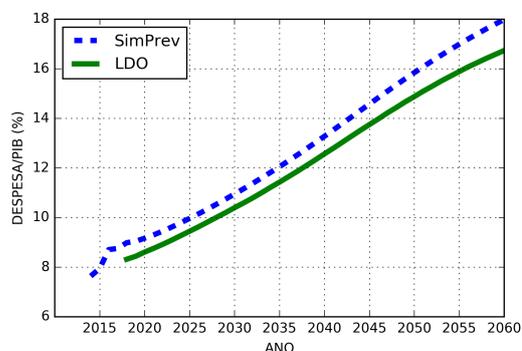
Para a receita, a diferença inicial é de $-0,66\%$ e vai aumentando até 2024, onde chega a $-7,34\%$, depois a diferença vai reduzindo até o patamar de $-5,4\%$ em 2060. Como mencionado anteriormente, os resultados apresentados nas planilhas oficiais diferem da LDO, então, não é surpresa que os resultados do SimPrev também fossem diferentes da LDO. Além disso, a diferença dos resultados de receita do SimPrev e das planilhas oficiais são da ordem de $0,05\%$ em toda a projeção. Sendo assim, o SimPrev implementa de forma precisa o modelo de cálculo da receita.

Analisando a despesa, temos uma variação inicial de 4,40% que tem uma leve redução até 2,56% em 2029 e depois aumenta novamente até 4,34% em 2060. Levando em conta que as projeções de despesa tem um conjunto maior de variáveis e equações, o que eleva sua complexidade, era de se esperar uma maior divergência nos resultados. Os resultados de despesas das planilhas oficiais diferem da LDO na ordem de 6,3%. Além disso, os resultados do SimPrev divergem, em média, 2,1% quando comparados com os resultados das planilhas oficiais. A variação para o PIB foi de -3.3% em 2018 apresentando pouca variação, ficando em a -2.9% em 2060.

A Figura 13 mostra os resultados da receita e despesa como proporção do PIB. As curvas também seguem a mesma tendência, sendo que, na média, as diferenças entre o SimPrev e a LDO são de 0.18% para receita/PIB e 0.77% para a despesa/PIB.



(a) Receitas como proporção do PIB.



(b) Despesas como proporção do PIB.

Figura 13 – Resultados para receita e despesa como proporção do PIB para o SimPrev e para LDO de 2018.

Acredita-se que a diferença nos resultados entre o SimPrev e as planilhas seja devido aos seguintes diferenças de implementação:

- Na planilhas oficiais o cálculo da taxa de urbanização usa a média das taxas dos 4 últimos anos, porém a taxa de ruralização é igual a taxa de 2014. Assim, a soma das taxas é diferente de 1;
- Nas planilhas o número de parcelas pagas anualmente para o auxílio acidente deveria ser 12,56, conforme descrito na própria planilha, porém a fórmula na planilha que calcula o valor anual pago para o auxílio acidente usa o quantitativo de parcelas pagas ao auxílio doença (9 parcelas por ano);
- O SimPrev ainda não implementa de forma completa o cálculo do fator previdenciário para as Aposentadorias por Tempo de Contribuição, aumentando as despesas;

Outro ponto importante, que justifica as variações entre o SimPrev e a LDO, é que as equações do modelo descrevem como calcular a arrecadação líquida do RGPS (sem

recuperação de créditos) e a despesa total com benefícios. Porém, na LDO é descrito que os resultados apresentados também consideram a evolução das receitas e despesas não-recorrentes. No entanto, não existe nenhuma equação ou texto na LDO ou planilhas oficiais que descreva como isso é feito. Assim, apesar das diferenças nos resultados do SimPrev e da LDO de 2018, é possível afirmar que o SimPrev implementa de forma satisfatória o 2º modelo oficial do governo brasileiro. Porém, isso só foi possível devido a disponibilização das planilhas oficiais, pois as informações apresentadas no Anexo IV da LDO de 2018 são insuficientes e algumas equações foram implementadas de forma diferente da LDO.

3.2.2 Uma Aproximação do Erro

Mesmo não sendo possível reproduzir, perfeitamente, os resultados financeiros da LDO de 2018, como a variação média entre SimPrev e LDO foi da ordem de 3,2% para despesa e -5,8% para receita e os valores reais de despesa e receita para os anos de 2014 e 2015 são conhecidos, calculou-se o que seria uma aproximação do erros de projeção da LDO de 2018. A Figura 14 exibe os erros de projeção para a receita, despesa e estoques de aposentadorias e pensões para os anos de 2014 e 2015. Os valores de utilizados na comparação foram retirados do AEPS de 2015¹¹.

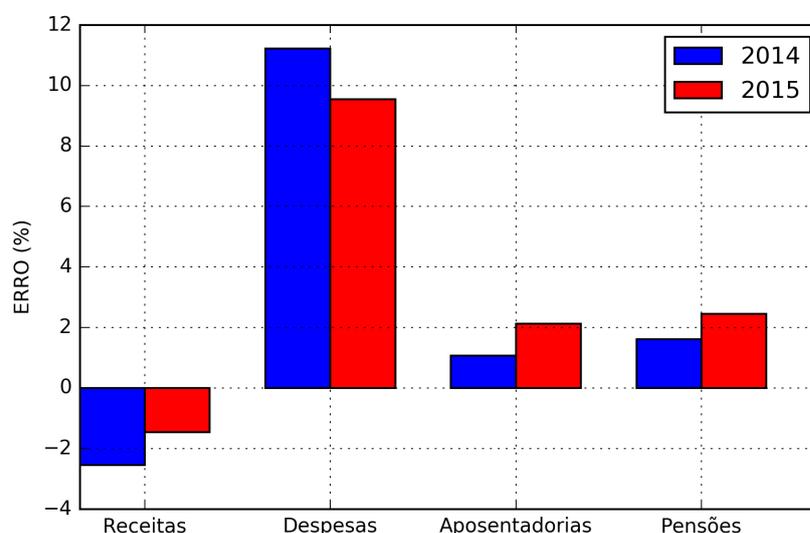


Figura 14 – Erros de projeção nas receitas, despesas, estoques de aposentadorias e pensões em comparação as informações do AEPS de 2015.

Para as receitas, os erros foram de -2,5% em 2014 e -1,5% em 2015, o que mostra uma boa aderência do modelo as estimativa das receitas. Como as receitas estimadas pelo SimPrev foram menores do que as previstas para LDO (média de -5,8%), é provável que o erro da LDO seja menor. Para as despesas, o erros já foram de 11,2% em 2014 e 9,5% em

¹¹ As receita de Contribuição foram obtidas das tabelas 41.4, 41.7 41.8, as despesas das tabelas 42.1, 42.4, 42.5 e os dados de estoque da tabela C.1 do AEPS de 2015.

2015. O erro elevado, de superestimação, para despesas é reflexo da maior complexidade envolvida nas projeções de despesas e sua sensibilidade aos diversos parâmetros de entrada. O erro real deve ser menor, pois o SimPrev estimou uma despesa superior ao da LDO (média de +3,2%). Os erros de estoques para aposentadorias e pensões ficaram em valores próximos de 2%, mostrando uma boa aderência a estimativas de estoque. Porém, todos os erros apresentados são para o ano inicial e seguinte das projeções, é de se esperar que eles sejam pequenos, contudo não há como prever o comportamento destes no longo prazo, mas estes tendem a crescer, principalmente o erro da despesa.

O 2º modelo oficial apresenta uma modelagem mais aderente ao RGPS e resultados mais confiáveis quando comparado ao 1º modelo. É fundamental o entendimento de que o arcabouço metodológico desse modelo segue padrões internacionais tais como os modelos amplamente utilizados pelo Banco Mundial (modelo Prost) e pela Organização Internacional do Trabalho (ILO-Pens)(LDO, 2018). Porém, o modelo precisa evoluir, principalmente no que tange a modelagem de variáveis econômicas e estimativa de intervalos de confiança.

O governo precisa explorar melhor as capacidades do modelo e considerar outros fatores além das mudanças demográficas nas estimativas das receitas e despesas, como mudanças no mercado de trabalho e outros modelos de projeção para o PIB, por exemplo. Além disso, o 2º modelo utiliza a PNAD de 2014 como sua principal fonte de informação para definir a estrutura de mercado de trabalho. Porém, o uso da PNAD não é isenta de polêmicas. Os estudos apresentados em (RUIZ; SILVA, 2014) e (IBARRA, 2017), demonstram que a população aparenta estar mais envelhecida na PNAD do que nas projeções populacionais do IBGE (revisão de 2013). Os autores ressaltam que as razões para essas diferenças de resultados estão nas limitações da metodologia adotada pelo IBGE na PNAD. Criticam também o fato de, no modelo, as variáveis de mercado de trabalho serem estáticas e calculadas também com base nos dados da PNAD de 2014.

Dessa forma, considerar as taxas de participação, ocupação, urbanização e taxa de cobertura contributiva no mesmo nível de 2014 para todos os anos projetados, é uma hipótese bastante irrealista, tendo em vista a dinâmica do mercado de trabalho e também pelo fato de que 2014 foi um ano já marcado pelo processo de recessão econômica que se acentuou em 2015 e 2016. Assim, as variáveis do modelo que influenciariam a receita previdenciária estão subestimadas, uma vez que a arrecadação de contribuições se torna uma simples função dos movimentos da população total estimada pelo IBGE, independente da dinâmica que possa vir a ocorrer no mercado de trabalho no que diz respeito à taxa de formalização, produtividade do trabalho, evolução do salário médio e nível de ocupação.

Outro ponto importante é que, ao analisar a Tabela 6.1 do Anexo 4 (metas fiscais) da LDO de 2018, observou-se que, ao longo da projeção, o governo considera uma taxa de reajuste real do salário mínimo maior que a taxa de crescimento real do PIB, mais

precisamente tem-se um crescimento médio de 1,75% a.a. para o salário mínimo e 1,69% a.a. para o PIB, situação que de modo algum descreve a realidade brasileira. Como a maioria dos benefícios é indexada pelo salário mínimo, a despesa cresce em um ritmo maior que o PIB, provocando um aumento exponencial na relação da despesa pelo PIB, que chegaria em 16,64% em 2060. Uma análise semelhante para a LDO de 2017 é apresentada em (PUTY et al., 2017), onde a taxa de crescimento do salário mínimo também é maior que a do PIB e ao se aplicar a regra atual de correção do salário-mínimo (INPC do ano anterior mais PIB de dois anos antes do ano de referência) tem-se uma redução de mais de 1% na relação despesa pelo PIB. Em nenhum momento nas LDOs (2017 e 2018), o governo justifica o crescimento do salário mínimo maior que o do PIB. Em uma análise geral, observa-se que o governo tende a considerar os piores parâmetros e cenários econômicos na projeções, o que faz o déficit crescer exponencialmente.

Por fim, o 2º modelo oficial possui um módulo específico para lidar com a dinâmica de concessões de benefícios, de maneira a permitir tratamentos diferenciados e hipóteses sobre o comportamento das concessões futuras. Assim, é possível a simulação de alterações em regras específicas do RGPS, como aquelas apresentadas na PEC 287. Porém, as explicações de como essas alterações são aplicadas no modelo são superficiais, nenhuma equação ou processo detalhado é apresentado. Contudo, as planilhas oficiais apresentam este módulo de forma detalhada e sua dinâmica será avaliada e incorporada no SimPrev em um trabalho futuro.

3.3 Cálculo da Dispersão para Projeções do PIB, Receitas e Despesas do RGPS

Como apresentado nos capítulos anteriores, os modelos de projeção a longo prazo são explicitamente probabilísticos, mas nenhuma referência as margens de erro é feita nos documentos oficiais do governo. Os resultados financeiros são apresentados com uma presunção de certeza com graves consequências sociais e políticas. Diante do exposto, surgem vários questionamentos: quais seriam os intervalos de confiança para as séries projetadas e publicadas nas LDOS? Um simples exercício pode ser feito a partir da série do PIB. Para isso, foi desenvolvido um modelo de projeção para o PIB a partir das informações¹² apresentadas na Tabela 8, que corresponde ao mesmo período de tempo para o qual os dados previdenciários estão disponíveis.

Devido a sua frequente e quase dominante utilização na modelagem da volatilidade em séries temporais financeiras (TSAY, 2010) optou-se pelo uso da distribuição normal. Inicialmente, calculou-se a diferença dos logaritmos dos valores do PIB, então computou-se

¹² Os valores de PIB foram obtidos da página do Banco Central - <https://www.bcb.gov.br/pec/Indeco/Port/indeco.asp>

Tabela 8 – PIB e população do Brasil com suas respectivas taxas de crescimento anual.

Ano	PIB (trilhões)	População (milhões)	Taxas de crescimento (%)	
			PIB	População
2000	3,917	173,447	0,1389896	0,01410940
2001	3,971	175,894	0,3053462	0,01360694
2002	4,092	178,288	0,1140829	0,01312190
2003	4,139	180,627	0,5759965	0,01265302
2004	4,377	182,912	0,3202132	0,01219936
2005	4,517	185,144	0,3961989	0,01175996
2006	4,696	187,321	0,6069871	0,01133391
2007	4,982	189,444	0,5094195	0,01092045
2008	5,235	191,513	-0,0125812	0,01051870
2009	5,229	193,528	0,7528226	0,01012809
2010	5,622	195,488	0,3909212	0,00974781
2011	5,842	197,393	0,1917983	0,00937737
2012	5,954	199,244	0,3013600	0,00901607
2013	6,134	201,041	0,0104167	0,00866347
2014	6,140	202,782	-0,3847603	0,00831899
2015	5,904	204,469		

a média, desvio padrão e variância dessas diferenças. Em seguida, normalizou-se os dados utilizando a média e desvio padrão e realizou-se o teste estatístico Kolmogorov–Smirnov para um intervalo de confiança de 95%. Como o resultado do teste estatístico Kolmogorov–Smirnov foi positivo, pode-se utilizar a distribuição normal na modelagem. Deve-se, no entanto, ressaltar que neste estudo trabalhou-se com amostras de tamanho reduzido e que a hipótese de normalidade precisaria ser melhor tratada em trabalhos futuros.

O modelo pressupõe que o comportamento do PIB até 2060 seguirá o mesmo do período de calibração, de 2000 a 2015. A previsão do PIB começa a partir do último ponto observado e assume que seu crescimento segue as leis de um movimento browniano (ÇİNLAR, 2011) até o horizonte de previsão, tomando como taxas de crescimento do PIB as obtidas a partir do período de calibração. Então, se Y_0 é o último valor observado do PIB, a é a média da taxa de crescimento do PIB no período de calibração e b^2 é a variação, para um nível de confiança α , e um tempo t após a última observação do PIB, o intervalo de confiança é:

$$[Y_0 e^{at+b\sqrt{t}\phi^{-1}(\frac{1-\alpha}{2})}, Y_0 e^{at+b\sqrt{t}\phi^{-1}(\frac{1+\alpha}{2})}] \quad (3.10)$$

onde $\phi^{-1}(\cdot)$ é o inverso da função de distribuição de probabilidade acumulada de uma distribuição normal padrão.

Uma observação sobre o uso dos dados, cuja amostra é bastante pequena: eles refletem um período recente da economia brasileira pelo qual assumimos a taxa de cresci-

mento do PIB como estacionária. A opção alternativa, isto é, usar os valores trimestrais do PIB fornecidos pelo IBGE, só adicionaria efeitos sazonais sem alterar substancialmente os resultados. O uso de técnicas estatísticas de séries temporais, como a média móvel autoregressiva (ARMA) ou a média móvel integrada autoregressiva (ARIMA) (BOX et al., 2015), por exemplo, poderia melhorar as previsões a curto prazo, uma vez que as oscilações passadas tendem a se repetir e a curto prazo as decisões não desviam a trajetória do processo. No longo prazo, no entanto, os resultados são semelhantes.

A Figura 15 mostra os valores reais do PIB brasileiro de 2000 a 2015 e suas projeções para 2025 (a) e 2060 (b) usando este modelo. Foram adicionamos intervalos de confiança de 50%, 95%, e 99% e, nas linhas de cor vermelha, os valores do PIB calculados nos documentos oficiais, neste caso, a LDO 2017.

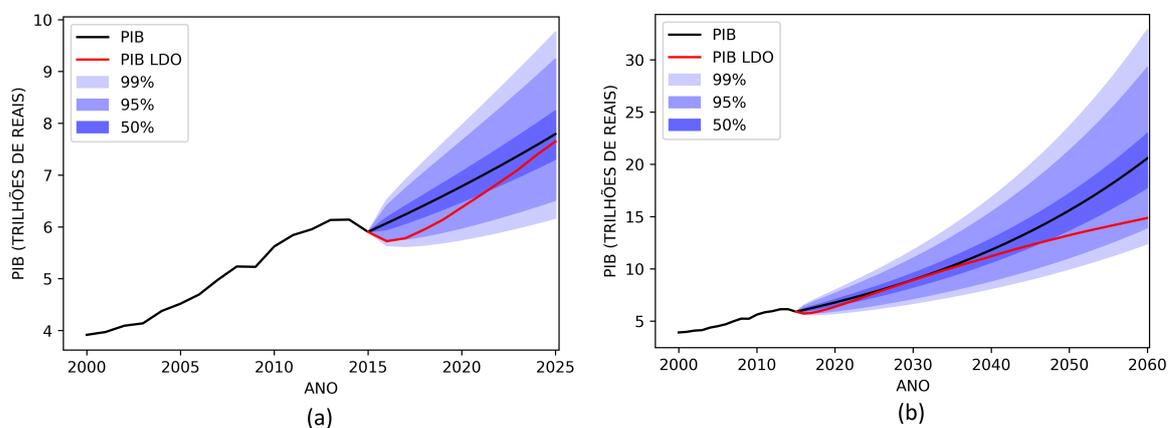


Figura 15 – Evolução real do PIB brasileiro no período de 2000 a 2015 e projetado até 2025 (a) e 2060 (b) com intervalos de confiança de 50, 95 e 99%. As linhas pretas a partir do ano de 2016 são os resultados utilizando o modelo e as linhas vermelhas são as projeções da LDO de 2017.

A alta volatilidade do PIB torna a sua previsão desafiadora a curto prazo e praticamente impossível, com um nível de confiança aceitável, a longo prazo. Conforme observado em ambos os resultados, para os níveis de confiança de 95% e 99% a margem de erro muito alta. Para fins de comparação, o intervalo de 50% foi ilustrado para mostrar que somente neste caso as margens de erro estão em níveis aceitáveis, mas com a confiança do lançamento de uma moeda.

3.3.1 Projeções do RGPS com Indicadores de Dispersão

Da mesma forma, podemos ampliar o exercício realizado para o PIB aos resultados atuariais da Previdência Social. A Tabela 9 mostra o valor do PIB brasileiro, a receita, despesa e déficit de RGPS realizados para o período de 2002 a 2015. Ao final da Tabela 9, tem-se a média, desvio padrão e correlação com dados do PIB. As altas correlações das receitas e despesas com o PIB motivaram a utilização do mesmo modelo utilizado anteri-

ormente para as projeções do PIB. No entanto, o modelo não pôde ser aplicado ao déficit do RGPS por razões teóricas que refletem a fraca correlação entre essas variáveis. Neste trabalho, como primeira aproximação, escolheu-se - como explicado anteriormente - modelar as variáveis relevantes (receita, despesa e déficit) diretamente como um movimento browniano.

Tabela 9 – Valores de PIB, receitas, despesas e déficit do RGPS em milhões de reais (valores de 2015).

Ano	PIB	Receita	Despesa	Déficit
2002	4.137.037,67	211.416,44	255.955,00	44.538,56
2003	4.184.234,20	210.891,01	273.269,07	62.378,07
2004	4.425.244,61	228.582,31	302.706,66	74.124,36
2005	4.566.946,73	243.973,40	328.247,70	84.274,30
2006	4.747.888,65	262.109,79	350.592,41	88.482,62
2007	5.036.079,35	284.710,92	370.834,37	86.123,44
2008	5.292.627,07	306.351,89	371.060,48	64.708,59
2009	5.285.968,31	318.166,18	391.793,00	73.626,82
2010	5.683.907,94	341.564,24	409.060,02	67.495,77
2011	5.909.810,48	366.503,20	417.717,99	51.214,79
2012	6.023.348,34	381.411,42	436.508,73	55.097,31
2013	6.204.339,28	395.658,46	458.503,41	62.844,95
2014	6.235.606,40	403.571,86	470.623,25	67.051,39
2015	6.000.570,46	351.467,00	440.079,70	88.612,70
Média	5.266.686,39	307.598,44	376.925,13	69.326,69
Desvio padrão	758.827,47	68.254,62	67.886,75	14.008,49
Correlação com o PIB	1	0,9937	0,9839	-0,0733

O exercício de projeção proposto consiste em extrapolar a série de receitas, despesas e déficits do RGPS - como observado nos anos 2000 a 2015 - até o ano de 2060. As Figuras 16, 17 e 18 mostram o exercício de extrapolação para os anos de 2025 e 2060. O gradiente de cor azul representa o intervalo de confiança de 50%, 95% e 99%. A curva vermelha mostra as previsões do governo para as mesmas variáveis nos mesmos períodos (valores retirados do LDO 2017).

Do exercício apresentado, observa-se que o comportamento imprevisível das variáveis econômicas expõe a fragilidade das projeções e que qualquer previsão potencialmente sofre deste problema. Mais do que garantir a certeza, reconhecer que existe um alto grau de incerteza nas projeções pode ser mais útil para os tomadores de decisão no contexto de uma reforma da Previdência Social.

Um descrição mais detalhada do modelo matemático utilizado, pode ser vista no Anexo 2 de (SILVA et al., 2017). Todos os dados e o scripts desenvolvidos que implementam o modelo matemático proposto estão disponíveis em (SILVA, 2017b).

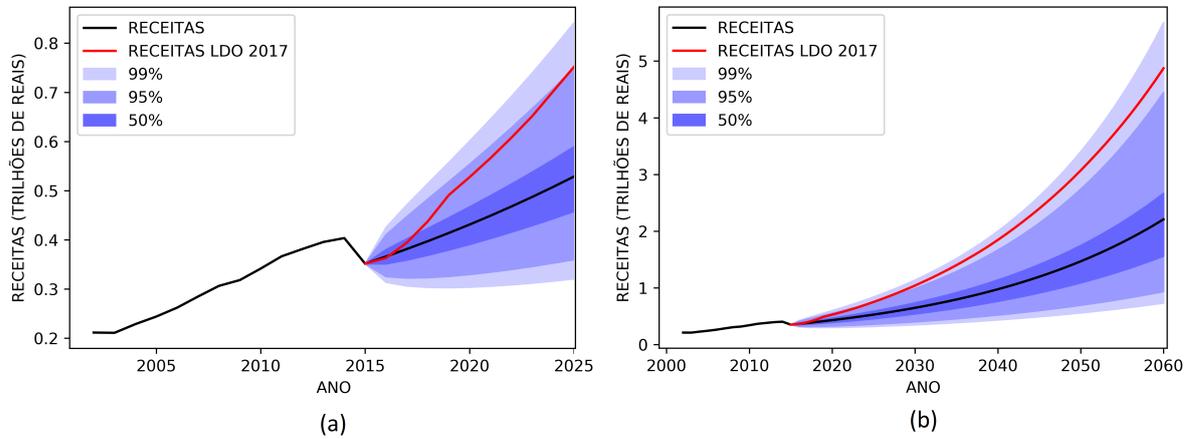


Figura 16 – Evolução da receita do RGPS entre os anos 2000 e 2015 e projeções até 2025 (a) e 2060 (b) com intervalos de confiança de 50, 95 e 99%. A linha preta a partir do ano de 2016 é resultado usando a modelagem apresentada e a linha vermelha são os resultados da LDO de 2017.

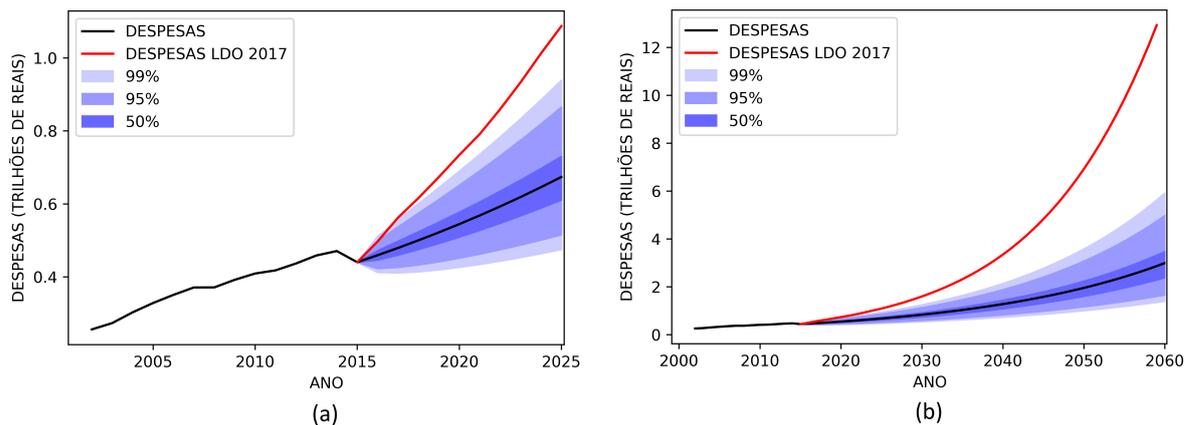


Figura 17 – Evolução da despesa do RGPS entre os anos 2000 e 2015 e projeções até 2025 (a) e 2060 (b) com intervalos de confiança de 50, 95 e 99%. A linha preta a partir do ano de 2016 é resultado usando a modelagem apresentada e a linha vermelha são os resultados da LDO de 2017.

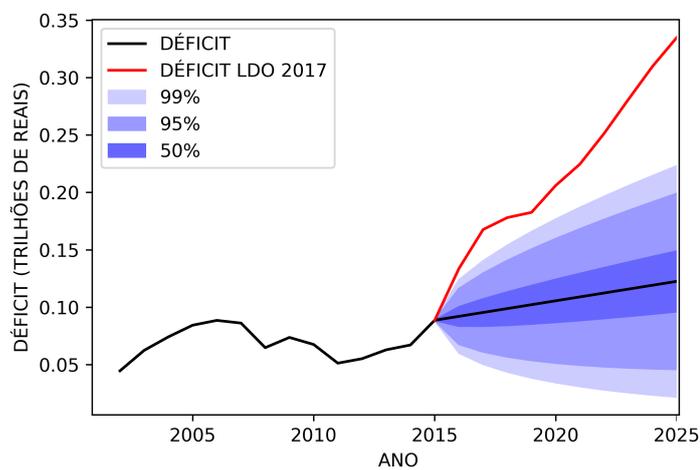


Figura 18 – Evolução do déficit do RGPS entre os anos 2000 e 2015 e projeções até 2025 (a) e 2060 (b) com intervalos de confiança de 50, 95 e 99%. A linha preta a partir do ano de 2016 é resultado usando a modelagem apresentada e a linha vermelha são os resultados da LDO de 2017.

4 SimPrev - Um simulador de receitas e despesas para Previdência do Brasil

Com o objetivo de promover e facilitar o acesso da população e, principalmente, dos tomadores de decisão do governo, aos métodos e conjunto de dados utilizados para o cálculo dos resultados previdenciários foi desenvolvido um software para projeções de receitas e despesas para o RGPS.

O SimPrev é um software livre, de código aberto, desenvolvido na linguagem Python que possibilita a implementação de diversos modelos de projeção a longo prazo, além de diversas funções que serão descritas a seguir. A linguagem Python foi escolhida por possui módulos específicos para o tratamento de dados e ser capaz de rodar nos principais sistemas operacionais: Windows, Linux e MacOS. Como o 2º modelo oficial apresentou maior aderência ao cenário do RGPS brasileiro, este foi escolhido para ser implementado.

O SimPrev pode ser utilizado para avaliar a situação futura do RGPS diante de diversos cenários para economia, demografia e mercado de trabalho. Futuramente o SimPrev também permitirá a simulação de cenários de reforma da Previdência, semelhante a PEC 287.

4.1 Módulo de Análise dos Dados

Uma das etapas fundamentais quando se trabalha com grandes conjuntos de dados é a validação destes. No caso do SimPrev, foi adicionado um módulo de análise de dados, onde é realizada uma verificação dos dados de entrada do modelo, mais especificamente, os dados de estoque, concessões e cessações dos benefícios. Essa análise busca identificar inconsistências nos dados que podem comprometer os resultados das projeções.

Uma forma direta de se calcular o estoque para um tipo de benefício é dado pela Equação 4.1, ou seja, o estoque para um ano é dado pelo estoque do ano anterior menos as cessações ocorridas somadas as concessões. A partir desta lógica todos os dados de estoque para todos os benefícios foram analisados.

$$\text{Estoque}_{\text{Ano}} = \text{Estoque}_{\text{Ano}-1} - \text{cessacoes}_{\text{Ano}} + \text{concessoes}_{\text{Ano}} \quad (4.1)$$

Um exemplo de inconsistência, é o caso dos homens de 65 anos aposentados por idade que recebem acima do piso para o ano de 2014. Inicialmente, parte-se para a análise

do estoque no ano anterior, porém não existem homens aposentados com 64 anos em 2013 (como esperado para este tipo de benefício). Em seguida, obtém-se as cessações para o ano de 2014 que são apresentadas na Figura 19a com o valor de 589. Os dados de concessões são apresentados na Figura 19b com o valor de 38.798. Utilizando esse valores na Equação 4.1 temos que o estoque deveria ser 38.209. Porém, como apresentado na Figura 19c, que apresenta o estoque para o mesmo benefício, percebe-se que o estoque em dezembro de 2014 é 31571. A diferença é de 6638 aposentadorias a menos. Diante disso, pode-se afirmar que alguns dos dados (estoque, concessões ou cessações) está errado.

ÍNDICE	2013	2014
Fonte		
63	0	0
64	0	0
65	655	589
66	679	718
67	617	726
68	650	684
69	653	658
70	686	709
71	669	682
72	682	694
73	736	716

(a) Cessações.

ÍNDICE	2013	2014
Fonte		
63	0	0
64	0	0
65	37.627	38.798
66	2.825	3.062
67	1.451	1.565
68	958	968
69	674	672
70	524	557
71	348	349
72	257	271
73	209	198

(b) concessões.

ÍNDICE	2013	2014
Fonte		
63	0	0
64	0	0
65	31.195	31.571
66	34.049	37.888
67	30.834	34.514
68	28.150	30.777
69	26.595	27.522
70	25.244	26.929
71	23.895	24.986
72	20.279	23.469
73	21.364	19.702

(c) Estoques.

Figura 19 – Dados de Aposentadoria por idade para homens que recebem acima do piso retirados das planilhas oficiais do governo.

Assim, o módulo de análise dos dados verificou os dados de estoques para todos os anos (2011-2014), idades, sexos, clientelas e benefícios e identificou 483 casos de inconsistências nos estoques. Esses erros não impedem a projeção, mas podem comprometer as projeções de despesa do RGPS, uma vez que essas inconsistências são potencializadas ao longo da projeção.

Em uma segunda etapa, o módulo realiza a correção dos estoques. Basicamente, o módulo identifica os casos em que o número de concessões menos as cessações é maior

que o estoque¹, e aplica a correção, conforme Equações abaixo.

$$Concessoes - Cessacoes > Estoque \quad (4.2)$$

$$Estoque = Concessoes - Cessacoes \quad (4.3)$$

Após a correção dos estoques, realizou-se uma nova projeção. A variação média nas despesas para o período projetado (2015-2060) foi de 0,13%. A Tabela 10 apresenta uma descrição detalhada dos casos de inconsistência. Para o ano de 2014, ano inicial de projeção e utilizado para o cálculo das probabilidades, são apenas 125 ocorrências², sendo que a maior parte dos casos está concentrado nas aposentadorias por invalidez, tempo de contribuição e tempo de contribuição especial. Uma das maiores inconsistência foi para a aposentadoria por idade dos homens rurais de 60 anos em 2014, onde a divergência foi de 34.329 aposentadorias a menos, porém isso representa 1,41% de todas as aposentadorias por idade dos homens rurais no mesmo ano. Assim, quando se considera todas as idades, a diferença no resultado final é pequena. Apesar da variação, a princípio, irrisória nas despesas, dependendo do tipo de análise a ser feita, a etapa de validação dos pode fazer uma grande diferença.

Tabela 10 – Quantidades de inconsistências nos estoques por benefício

Benefício	2011	2012	2013	2014
Aposentadoria por Invalidez	23	27	31	34
Aposentadoria por Idade	6	6	6	6
Aposentadoria por Tempo de Contribuição	42	39	40	38
Aposentadoria por Tempo de Contribuição Especial	33	33	40	36
Aposentadoria por Tempo de Contribuição de Professor	6	3	4	5
Pensão por Morte	5	4	4	4
Loas Idoso	2	2	2	2
Totais	117	114	127	125

4.2 Indicadores de Desempenho do Sistema Previdenciário

No contexto deste trabalho, o objetivo da avaliação atuarial é descrever a futura situação financeira de um plano de previdência social. Vários indicadores existem para ilustrar a sustentabilidade de um sistema previdenciário e o comportamento das demais variáveis que compõem o modelo. As saídas do modelo possibilitam que vários indicadores

¹ Aqui defende-se a hipótese de que o estoque nos dados previdenciários deve ser maior (quando existirem estoques de anos anteriores) ou igual ao número de concessões menos cessações.

² Uma ocorrência corresponde ao erro no estoque de um benefício para uma idade, sexo, clientela e ano.

sejam calculados para a análise da evolução futura do plano. Esses indicadores normalmente ajudam na definição das recomendações sobre financiamento, cobertura, valores de benefícios, etc.

Os resultados básicos de qualquer modelo atuarial para sistemas previdenciários são as receitas e despesas ao longo do período de projeção. Além disso, temos a projeção do PIB e das receitas e despesas como proporção do PIB. As despesas totais como percentual do PIB fornecem uma perspectiva adicional às despesas da previdência com relação ao valor total dos bens e serviços produzidos no país, ou seja, a capacidade da economia de suportar o sistema previdenciário em longo prazo.

Além da receitas, despesas e PIB, de acordo com (CAETANO, 2006) as duas variáveis fundamentais para a sustentabilidade de um regime previdenciário são, de um lado, a razão de dependência previdenciária (RDP), isto é, a relação entre número de beneficiários³ e contribuintes de um regime de previdência e, de outro lado, a taxa de reposição (TR), ou seja, a relação entre o valor do benefício previdenciário e os respectivos salários de contribuição.

A razão de dependência previdenciária sofre influência de questões demográficas, de aspectos conjunturais e estruturais do mercado de trabalho, regras do sistema previdenciário, entre outras. Um RDP maior, significa uma maior pressão nas despesas, uma vez que tem-se mais beneficiários para cada contribuinte. A maioria das reformas busca reduzir o RDP através de condições de elegibilidade mais restritas.

A taxa de reposição é influenciada pelos reajustes nos salários e benefícios. Quanto maior for o reajuste dos benefícios, maior será a TR e, teoricamente, menos sustentável se torna o sistema previdenciário. A periodicidade do reajuste, assim como a regra de indexação em vigor, também exercem influência sobre a dinâmica da TR. Um outro fator a que influência na evolução do TR são as condições do mercado de trabalho, principalmente, a evolução do salário médio e o crescimento de longo prazo da produtividade do trabalho.

Em (CAETANO, 2006), o autor define o indicador sintético da sustentabilidade (ISS) de um regime previdenciário como sendo:

$$ISS = \frac{\textit{aliquota}}{TR * RDP} \quad (4.4)$$

Assim, o ISS corresponde à alíquota de contribuição dividida pelo produto entre a taxa de reposição e a razão de dependência. Sendo que, para um regime de previdência social em repartição simples ser sustentável, o ISS deve ser maior ou igual a 1. De

³ No cálculo do RDP, podem ser consideradas as aposentadorias, aposentadorias e pensões ou todos os benefícios do RGPS. Neste trabalho, o RDP considera somente as aposentadorias.

outro modo, o que importa para a sustentabilidade é o comportamento conjunto dessas três variáveis. Altas taxas de reposição podem ser compensadas em razão de dependência baixa e alíquota elevada, por exemplo. A conclusão geral é que o peso fiscal de um regime previdenciário é uma função crescente de sua taxa de reposição e de sua razão de dependência. É importante ressaltar, que esse indicador não considera outras fontes de receita, somente as contribuições. No caso do Brasil, a Previdência possui diversas outras fontes como as transferências da União, contribuição sobre o lucro líquido (CSLL), contribuição para o financiamento da Seguridade Social (COFINS), entre outras. Assim, os resultados do ISS para o caso brasileiro não podem ser tomadas como verdade absolutas.

Por fim, os seguintes resultados e indicadores podem ser obtidos no SimPrev:

- População de contribuintes por clientela, sexo e idade
- Estoques de benefícios por tipo, clientela, sexo e idade
- Razão de dependência previdenciária
- Salários médios por clientela, sexo e idade
- Valores médios dos benefícios
- Taxas de reposição
- Indicador sintético da sustentabilidade
- Receitas previdenciárias por sexo e idade
- Despesas previdenciárias por tipo, clientela, sexo e idade
- Resultado financeiro (déficit ou superávit)
- Evolução do PIB
- Receitas, despesas e resultado financeiro como proporção do PIB
- Taxas de variação da receita, despesa e PIB

Ao fim das projeções, o SimPrev gera vários gráficos e todos os resultados são salvos em arquivos no formato CSV que podem ser utilizados por outras aplicações (ex: Microsoft Excel).

4.3 O Parâmetro de Formalização

Conforme já explanado nos capítulos anteriores, o 2º modelo de projeção permite pequenas alterações na estrutura de mercado de trabalho⁴, porém o governo insiste em considerar uma estrutura estática nas suas projeções, ou seja, sem alterações ao longo do período de projeção. O 1º modelo de projeção, em uma de suas atualizações, inseriu a taxa formalização como parâmetro de entrada do modelo, de forma a possibilitar o desenho cenários alternativos de formalização que impliquem em aumento da participação no sistema previdenciário sem que haja necessariamente aumento da taxa de participação ou redução na taxa de desemprego. Porém, esse parâmetro não existe no 2º modelo, desconsiderando o efeito de políticas públicas de redução da informalidade no mercado de trabalho, como por exemplo, a criação do Microempreendedor Individual (MEI).

Conforme explanado em (SQUEFF, 2015), os trabalhadores com vínculo formal consistem nos assalariados com carteira de trabalho assinada, os funcionários públicos estatutários, os militares e os empregadores (sócios e proprietários) de empresas formalmente constituídas. Já as ocupações sem vínculo (informais) contemplam os assalariados sem carteira de trabalho assinada e trabalhadores autônomos, sendo este último ainda desmembrado em conta própria, trabalhadores não remunerados e empregadores informais, ou seja, são profissionais sem nenhum tipo de contribuição trabalhista e previdenciária.

A Figura 20 ilustra dados de formalização para o Brasil. A Figura 20a mostra a evolução da grau de informalidade (GI) no Brasil, calculado com base nos microdados da PNAD, esta taxa corresponde ao resultado da Equação 4.5, onde Emp são os empregados e $Trab$ trabalhadores. A Figura 20b mostra o percentual de pessoas de 16 anos ou mais de idade ocupadas em trabalhos formais de acordo com a PNAD⁵.

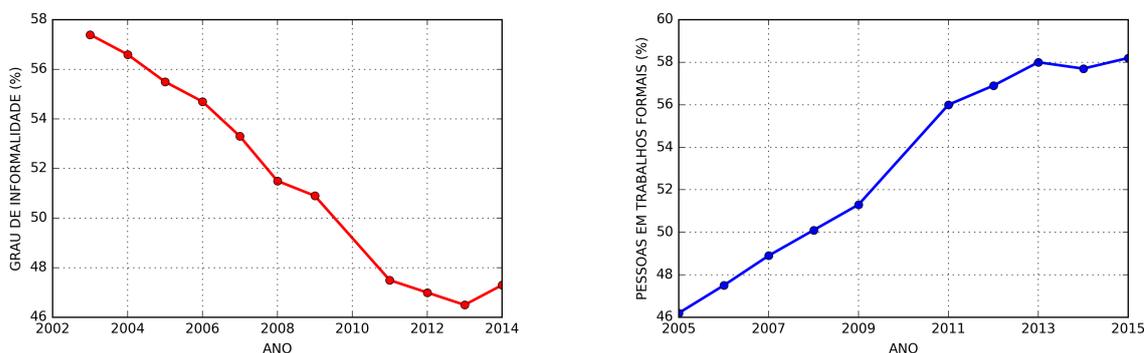
$$GI = \frac{Emp_{semCarteira} + Trab_{contaPrópria}}{Trab_{protegidos} + Emp_{semCarteira} + Trab_{contaPrópria}} \quad (4.5)$$

É notável que o grau de informalidade no Brasil é bastante elevado, o que traz impactos tanto sobre o nível de proteção do emprego como também sobre a capacidade tributária do Estado, no que se refere ao custeio das políticas públicas, sobretudo as sociais. Porém, mesmo elevado, é visível que a informalidade reduziu no período de 2002 a 2013, tendo um leve aumento em 2014.

O nível de formalização é uma variável chave na avaliação de longo prazo da Previdência Social. A partir da inserção da formalização no modelo, a estrutura do mercado de trabalho passa a variar, reproduzindo o comportamento esperado com as políticas públicas de incentivo a formalização.

⁴ Basicamente, o modelo permite alterações nas taxas de urbanização e participação no mercado de trabalho.

⁵ Dados extraídos de <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv98965.pdf>



(a) Grau de informalidade, adaptado de (SILVA et al., 2017). (b) Percentual de pessoas de 16 anos ou mais de idade ocupadas em trabalhos formais.

Figura 20 – Estatísticas de formalização no Brasil.

Diante da importância de se considerar a formalização como um parâmetro das projeções, dois parâmetros foram adicionados no SimPrev, a *taxa de formalização* e o *ano limite da formalização*, onde este último define o ano no qual a taxa de aumento de formalização para de ser aplicada. Esses parâmetros foram adicionados no cálculo das taxas de segurados⁶.

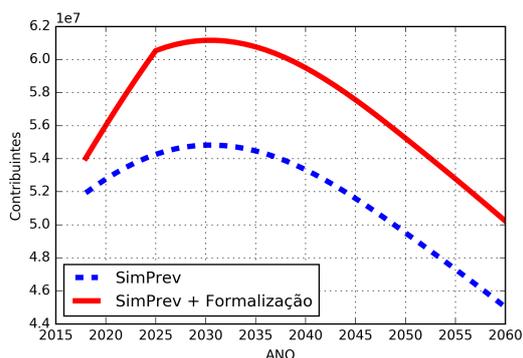
Analisando os dados de grau de informalidades da Figura 20a, verificou-se que, em média, tem-se uma redução de 1,01% ao ano para um período de 11 anos. Assim, de forma a verificar o impacto da formalização nos resultados da Previdência, novas projeções foram realizadas considerando um incremento de 1% na formalização ao ano durante 10 anos (2015-2025). A Figura 21 mostra os novos resultados para diversos indicadores. Neste caso, foram selecionados os resultados que são influenciados pelo aumento da formalização.

A Figura 21a exibe o aumento da quantidade de contribuintes com o incremento da formalização. Na média, tem-se um aumento superior a 10% ao longo da projeção, conforme Figura 21b. Com o aumento de contribuintes, tanto a relação de dependência quanto o índice sintético de sustentabilidade sofrem alterações, conforme apresentado nas Figuras 21c e 21d, respectivamente. Com o aumento da formalização, a relação de dependência média reduz de 0,76 para 0,69 e o ISS médio aumenta de 0,49 para 0,54. Por fim, como esperado, tem-se um aumento na receita nas mesmas proporções do aumento de contribuintes. As Figuras 21e e 21f mostram as novas curvas de receita e receita pelo PIB⁷.

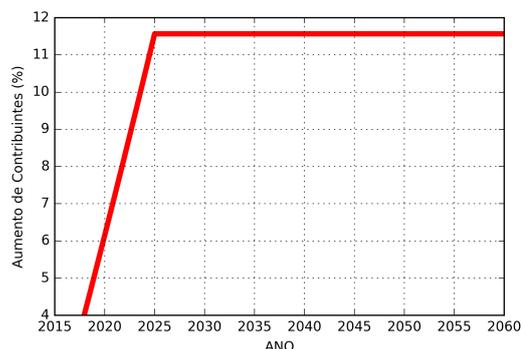
Os resultados mostram que a formalização é um parâmetro de grande impacto nas projeções. Conforme visto nos parágrafos anteriores, o grau de informalidade tende a re-

⁶ Equação 8 do Apêndice A

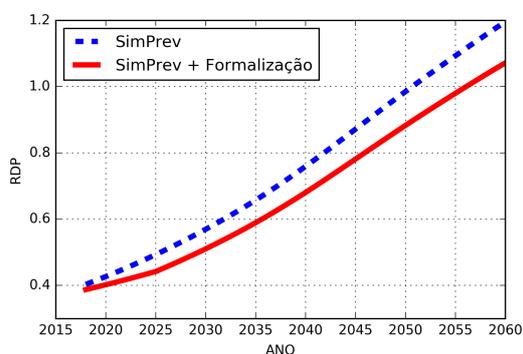
⁷ A formalização também impacta na despesa, pois o aumento no número de contribuintes gera, a longo prazo, um aumento no número de beneficiários. Porém, a modelagem do impacto da formalização na despesa será explorada em um trabalho futuro.



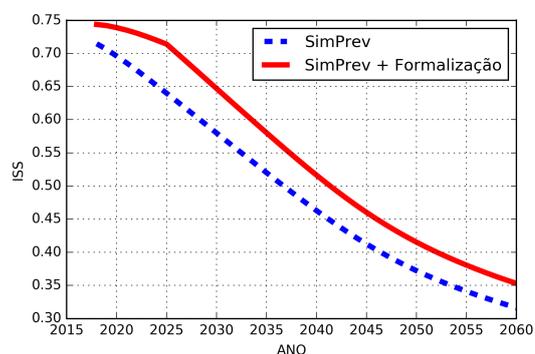
(a) Contribuintes.



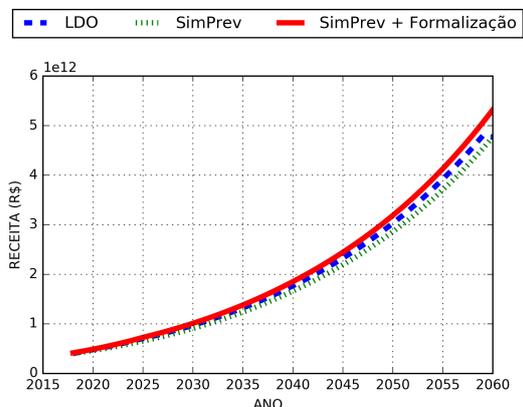
(b) Aumento em % do número de contribuintes.



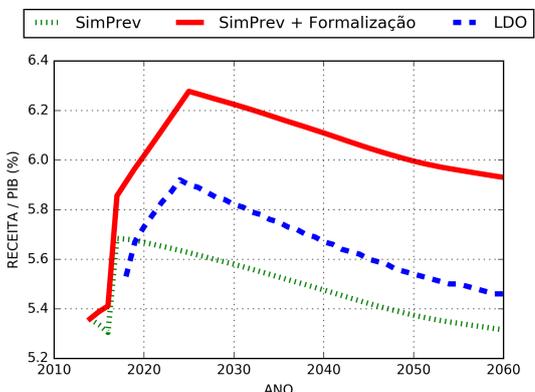
(c) Relação de dependência previdenciária.



(d) Indicador sintético da sustentabilidade.



(e) Receita do RGPS.



(f) Receita/PIB do RGPS.

Figura 21 – Resultados obtidos considerando um aumento de 1% a.a. na formalização durante 10 anos.

duzir com o crescimento da economia e com a criação de políticas públicas que incentivem a formalização. Novos incrementos na formalização para diferentes períodos podem ser simulados e avaliados com o SimPrev.

4.4 Análise de Sensibilidade

O relatório com os resultados das projeções deve fornecer informações sobre a variabilidade potencial dos resultados comparando os resultados em conjuntos alternativos de pressupostos (PLAMONDON et al., 2002). Assim, uma vez que o cenário base de projeção tenha sido definido, análises de sensibilidade devem ser realizadas para dimensionar os usuários do impacto de determinados parâmetros nas projeções.

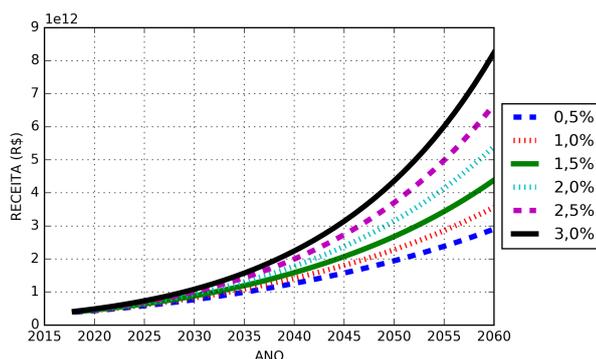
A análise de sensibilidade é ainda mais importante quando se trabalha com modelos determinísticos, como é o caso do 2º modelo oficial do governo. Com uma análise de sensibilidade é possível mostrar a potencial variação dos resultados para diferentes pressupostos. Ela pode ser realizada sobre os pressupostos que tiveram o maior impacto sobre custos futuros ou, de modo alternativo, sobre aqueles pressupostos que apresentam um baixo nível de credibilidade devido à falta de dados. Por fim, a análise de sensibilidade pode informar aos leitores dos relatórios sobre a extensão de eventuais lacunas que ocorrerão entre o que foi projetado e a realidade. Por exemplo, o ambiente econômico pode ter permanecido instável por algum tempo antes da data de avaliação, e o nível de emprego pode ser difícil de projetar até mesmo para o ano seguinte. Nessa situação, é necessário apresentar testes de sensibilidade sobre pressupostos-chave com relação à evolução futura do mercado de trabalho. Por outro lado, determinados pressupostos de longo prazo, tais como níveis de migração, podem depender de prioridades políticas que mudam com o passar do tempo.

Testes de sensibilidade podem ser feitos de duas maneiras. A primeira é realizar uma série de pressupostos individuais, mostrando em cada caso o impacto da alteração de um parâmetro específico sobre os resultados. O outro método é combinar pressupostos de forma a se criar diferentes cenários. Assim, define-se um cenário base, incluindo os pressupostos mais prováveis sobre o desenvolvimento futuro do plano. Alguns pressupostos contidos no cenário base são então modificados para criar um cenário otimista e um cenário pessimista, semelhante ao feito em (GENTIL et al., 2017). Embora a análise de sensibilidade possa ser decomposta de forma detalhada para refletir o impacto de cada mudança possível nos pressupostos, deve-se buscar fornecer os resultados de uma forma tão concisa quanto possível, apresentando projeções alternativas para um número apenas limitado de cenários.

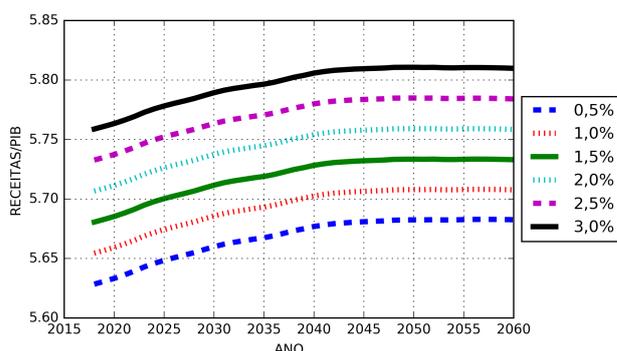
Para exemplificar a importância da análise de sensibilidade, serão apresentadas testes de sensibilidade para duas variáveis: a produtividade e alíquota efetiva média.

Os resultados financeiros apresentados no Anexo 4 da LDO de 2018 consideram um aumento na produtividade de 1,7% ao ano durante todo o período de projeção. No primeiro teste de sensibilidade, variou-se a produtividade de 0,5% a 3% em passos de 0,5%. A Figura 22 exibe os resultados. O aumento da produtividade afeta diretamente o salário médio

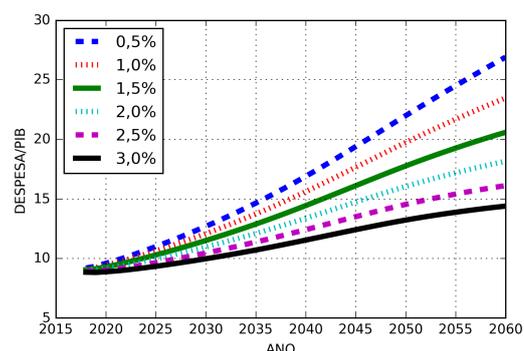
dos contribuintes, o que eleva a massa salarial, receita e o PIB, modificando a relação da receita e despesa pelo PIB, conforme visto nas Figuras 22a, 22b e 22c. A Figura 22d, mostra o aumento da receita quando compara-se os dois extremos de produtividade (0,5% e 3%), onde tem-se um aumento de até 183% na receita, demonstrando a sensibilidade da receita para esse parâmetro. Ademais, a Figura 22d também mostra o ganho de receita ao compararmos o parâmetro de produtividade utilizado na LDO de 2018 (1,7%) com o valor de 3%, revelando um ganho de até 72% na receita.



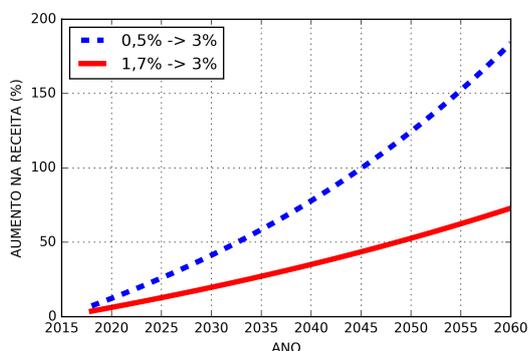
(a) Receita para diversas taxas de produtividade.



(b) Receita pelo PIB para diversas taxas de produtividade.



(c) Despesa pelo PIB para diversas taxas de produtividade.

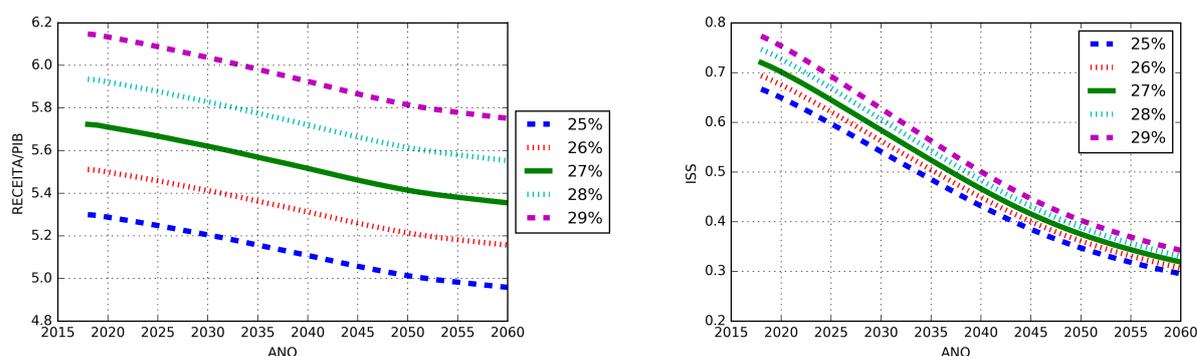


(d) Aumento (%) na receita ao se comparar diferentes taxas de produtividade.

Figura 22 – Resultados da análise de sensibilidade para produtividade.

A alíquota efetiva média, de acordo com as planilhas oficiais do governo, é dado

pela divisão da arrecadação previdenciária líquida do RGPS pela massa salarial dos contribuintes urbanos. Existe uma variação significativa entre as alíquotas efetivas médias dos anos de 2014 a 2016, onde em 2014 tem-se 28,3%, em 2015 27,2% e 25% em 2016. Nas projeções apresentadas até aqui, tem-se utilizado a média dos anos de 2014 a 2016, ou seja, 26,8%. Diante da variabilidade das alíquotas e para visualizar o impacto de diferentes valores de alíquotas médias, novas projeções foram realizadas com a alíquota média variando de 25% a 29%. A Figura 23 apresenta os resultados da análise de sensibilidade. Conforme esperado, à medida que se aumenta a alíquota média, maior é a receita e o ISS, o que representa um sistema mais sustentável. Ao considerar um alíquota média de 28%, próxima a calculada para o ano de 2014, temos um aumento de 0,25% da receita/PIB quando comparado a alíquota utilizada nas simulações anteriores (26,8%). Essa pequeno aumento na receita pelo PIB representa um aumento de mais de 17 bilhões de reais na arrecadação para o ano de 2018, por exemplo.



(a) Receita pelo PIB para diferentes alíquotas médias.

(b) ISS para diferentes alíquotas médias.

Figura 23 – Resultados da análise de sensibilidade para alíquota efetiva média.

Foram apresentados dois exemplos de análises de sensibilidades para parâmetros do modelo de projeção. Qualquer parâmetro cujo o valor é incerto ou que se mostrou variável nos anos anteriores e passível de um teste de sensibilidade. Assim, os tomadores de decisão terão conhecimento da variabilidade dos resultados diante da incerteza de certos parâmetros.

4.5 Estrutura do SimPrev

O simulador é composto de diversos módulos separados em diferentes arquivos. O arquivo principal é o *simprev.py* que importa todos os módulos necessários para projeção. A Tabela 11 descreve alguns arquivos importantes do simulador.

O SimPrev é disponibilizado na plataforma do GitHub sob uma licença GNU General Public License (GPL) v3.0. Esta licença garante a disponibilização do código-

Tabela 11 – Descrição dos principais arquivos do SimPrev.

requirements.txt	descreve todos os pacotes Python necessários para execução das projeções.
resultados	pasta onde são salvos todos os gráficos e arquivos CSV com os resultados.
dados	pasta onde estão salvos todos os dados de entrada do simulador (estoques, receitas, despesas, etc.).
notebooks	pasta com diversas demonstrações de cálculos utilizando o <i>jupyter notebook</i>
util	pasta com diversos módulos para carregamento de dados, cálculo de erros e geração de gráficos.
modelos	pasta com os módulos referentes aos modelos de projeção.
README.md	descrição das características, módulos e funcionamento do SimPrev.
LICENSE	descrição da licença GNU GPL v3.

fonte completo e exige que qualquer pessoa que use o código fonte em trabalho ou software derivado deve disponibilizar todo o código fonte nos mesmos termos.

Uma descrição mais detalhada da implementação do modelo, tutoriais de uso, entre outros, estão disponíveis na página do SimPrev no GitHub⁸.

⁸ <https://github.com/cpatrickalves/simprev>

5 Conclusão

A sociedade brasileira está diante de uma possível reforma da Previdência Social que afetará a vida de todos os trabalhadores brasileiros. É de suma importância que a sociedade entenda o que motivou o governo e quais as consequências para a população. A equipe econômica do governo traz para o debate projeções populacionais que quantificam o número crescente de idosos, a razão de dependência e a expectativa de vida aos 65 anos. Tem também projetado as receitas e despesas do sistema previdenciário, para demonstrar a explosão do déficit do RGPS no futuro longínquo (ano de 2060). Todas essas informações são apresentadas categoricamente, com elevada presunção de certeza. Soam como verdades definitivas e infalíveis, a respeito das quais nada se pode contrapor.

Esta tese apresentou uma análise da acurácia dos modelos de projeção de longo prazo apresentados pelo governo para a Previdência Social do Brasil. A análise foi baseada nos modelos matemáticos e resultados divulgados nas leis de diretrizes orçamentárias do governo. Os resultados apresentados mostram que as projeções descritas nas LDOs não possuem confiabilidade no longo prazo. Uma autoavaliação dos métodos utilizados deve ser realizada (e ser publicada) dando uma compreensão mais clara das limitações dos modelos.

Partindo do pressuposto de que projeções estatísticas não são isentas de erros, e que todo método tecnicamente aceitável deve calcular e delimitar os erros, a presente tese calculou os erros de projeções apresentados nas LDOs de 2002 a 2017. Verificou-se, como se podia esperar de qualquer previsão, a existência de erros entre o projetado e o realizado. Entretanto, o que não se esperava encontrar foram os erros sistemáticos, de elevada magnitude, para todos os anos. Erros em projeções são naturais e precisam ser delimitados. Se não o são, os resultados das projeções não são confiáveis. Esses resultados levaram à conclusão de que as projeções do governo apresentam fragilidades. Como confiar na robustez de previsões a longo prazo, quando as de curto prazo já apresentam erros tão elevados ?

Em um outro exercício, buscou-se avaliar o nível de transparência dos documentos que descrevem os modelos oficiais do governo através de tentativas de reprodução dos resultados apresentados nas LDOs de 2012 e 2018. A falha na reprodução dos resultados para o 1º modelo demonstra a falta de transparência nos documentos oficiais, tanto nas equações descritas quanto nos bancos de dados supostamente utilizados. O governo deve seguir as melhores práticas na academia e tornar seus procedimentos de previsão públicos e replicáveis, tornando o modelo e os dados usados totalmente disponíveis ou os erros apresentados são improváveis de serem corrigidos. Além disso, foi observado um atraso

injustificado na atualização dos conjuntos de dados utilizados, o que compromete muito os resultados das projeções, prejudicando o estabelecimento de uma base sólida para a tomada de decisões.

Para o 2º modelo, os resultados obtidos ficaram bem próximos aos descritos na LDO de 2018, mas isso só foi possível graças a obtenção das memórias de cálculos (conjunto de planilhas em Excel) a partir de um requerimento enviado pelo Senado Federal ao Ministério da Fazenda. As equações do 2º modelo descritas na LDO, são insuficientes para reprodução dos resultados da LDO, pois estas apresentam erros de lógica e são diferentes das utilizadas nas memórias de cálculo.

A partir de um modelo matemático desenvolvido com base no comportamento dos dados do período de 2000 a 2015, mostrou-se que as projeções de longo prazo de variáveis, como o PIB, receita e despesa da Previdência, possuem um grande componente de volatilidade e incerteza que precisa ser medido através da definição de intervalos de confiança. Conforme apontado pela literatura macroeconômica, tanto o PIB como o financiamento da Previdência Social são afetados pelo ambiente internacional, a evolução da estrutura produtiva interna, pelas opções de política macroeconômica de cada governo eleito e pelas questões político-institucionais. A carga de fatores imprevisíveis torna as conclusões sobre as previsões bastante vulneráveis.

Com o objetivo de promover e facilitar o acesso da população e, principalmente, dos tomadores de decisão do governo, aos métodos e conjunto de dados utilizados para o cálculo dos resultados previdenciários foi desenvolvido um software para projeções de receitas e despesas para o RGPS chamado SimPrev. Este implementa o 2º modelo de projeção oficial do governo e diversas melhorias, um módulo que realiza a validação dos dados de estoque de benefícios, identificando e corrigindo eventuais inconsistências. Ademais, o SimPrev implementa dezenas de indicadores de desempenho do sistema previdenciário, além das projeções de receitas, despesas e PIB.

Parte considerável das falhas de projeção vem do modo como são tratadas as variáveis do mercado de trabalho. Ao se considerar a hipótese de que o mercado de trabalho não irá sofrer alterações a longo prazo, desconsidera-se todas as políticas de incentivo a formalização, redução de desemprego e crescimento econômico. Além disso, tratar como constantes algumas das variáveis fundamentais do mercado de trabalho ignoram-se as profundas mudanças ocorridas no período recente. Enquanto as receitas são fortemente impactadas pelos parâmetros de mercado, tomados como constantes, as despesas são fortemente impactadas pela demografia projetada pelo IBGE. Outrossim, o governo faz uso da PNAD de 2014 que possui erros graves (RUIZ; SILVA, 2014) e faz uso de uma metodologia extinta pelo IBGE em 2015. A PNAD vem sendo substituída pela PNAD Contínua, que possui uma metodologia mais robusta e abrangente e teve sua série iniciada em 2012.

Um dos principais parâmetros de mercado de trabalho é a taxa de formalização. O grau de informalidade tem reduzido ao longo da última década, o que é desconsiderado pelo 2º modelo oficial do governo. Assim, o SimPrev adiciona parâmetros que possibilitam a simulação de alterações no mercado de trabalho através de aumentos no nível de formalização. Nas projeções, para um cenário de incremento de 1% ao ano na taxa de formalização durante 10 anos, observou-se um aumento superior a 10% na arrecadação da Previdência.

Os resultados das projeções devem fornecer informações sobre a variabilidade potencial dos resultados comparando os resultados em conjuntos alternativos de pressupostos. Desse modo, é explicitado a importância das análises de sensibilidade dos parâmetros utilizados nas projeções. Esta tese apresentou testes de sensibilidade para dois parâmetros, a produtividade e alíquota média de contribuição. No caso da produtividade, foram constatadas variações de até 183% na receita para as taxas avaliadas. Na análise das alíquotas médias, observou-se aumentos na arrecadação da ordem de 17 bilhões de reais em 2018 quando se utiliza a alíquota média estimada em 2014.

Todas essas funcionalidades estão integradas no SimPrev, o qual é livre, de código aberto e está disponível para uso de toda população, principalmente dos membros do governo responsáveis pela aprovação ou rejeição da reforma da Previdência.

Este trabalho tratou, de uma maneira geral, de um problema central da modelagem estatística de variáveis macroeconômicas: todas as decisões macroeconômicas são tomadas num ambiente de elevadas incertezas advindas, no mínimo, da impossibilidade do conhecimento do comportamento da totalidade dos agentes que movem a economia. Estas incertezas, sempre presentes nos resultados, devem ser de alguma forma quantificadas em modelos estatísticos por medidas de dispersão e análises de sensibilidade. Esse procedimento se torna ainda mais necessário quando os resultados apresentados forem polêmicos ou, num pior caso, refletirem apenas os interesses de um setor da sociedade.

Os esforços coletivos da comunidade científica poderiam facilmente ser direcionados para ajudar o governo brasileiro na desafiadora tarefa de projetar os resultados financeiros da Previdência Social, aproveitando muitas das melhorias dramáticas na modelagem estatística nos últimos anos. Procedimentos de projeção mais transparentes também permitiriam que membros do Congresso avaliassem pressupostos alternativos quando debateram propostas para assegurar a solvência da Previdência.

5.1 Contribuições da Tese

As análises e resultados apresentados oferecem uma grande quantidade de contribuições para a comunidade acadêmica, atuários da Previdência e sociedade como um todo, principalmente considerando o cenário atual de reforma da Previdência. Assim, as

principais contribuições estão listadas abaixo:

- Proposição de uma metodologia para aferição da acurácia dos modelos oficiais do governo. Essa metodologia consiste no cálculo dos erros de projeção, reprodução dos resultados apresentados nas LDOs e estimativa de medidas de dispersão para os resultados financeiros da Previdência.
- Descrição das principais variáveis e modelos de projeção de longo prazo para Previdência Social utilizados no Brasil;
- Um software de domínio público que implementa o atual modelo de projeção de receitas e despesa para o RGPS, além de diversas melhorias no processo de projeção, como a possibilidade de simular alterações no mercado de trabalho.
- Uma análise de sensibilidade para os parâmetros de produtividade e formalização, evidenciando seus impactos positivos nas receitas da Previdência;

5.2 Dificuldades encontradas

O desenvolvimento do trabalho encontrou uma série de dificuldades que decorreram desde da obtenção dos dados previdenciários, até a implementação dos modelos (incompletos) descritos nas LDOs. É válido destacar, que as dificuldades descritas a seguir advêm da falta de transparência do governo, que impõe dificuldades no acesso à informações referentes as projeções financeiras da Previdência apresentadas a população.

Entre as dificuldades encontradas durante a realização deste trabalho, destacam-se:

- Obtenção dos dados previdenciários: para realizar as projeções são necessários dados desagregados de estoque, concessões e cessações do RGPS. Os dados disponíveis no Infologo são agregados, assim não puderam ser utilizados. Assim, foram necessários diversos requerimentos e um termo de cooperação técnica para obtenção dos dados.
- Interpretação das equações dos modelos oficiais: para os dois modelos descritos nas LDOs, foram identificadas ausência de equações, falhas na lógica do modelo e divergências entre o que era descrito no texto e as equações.
- Acesso as memórias de cálculo: devido às falhas encontradas nas descrições das equações, ocorreram diversas tentativas de se obter as memórias de cálculo das projeções oficiais das LDOs. A obtenção das memórias de cálculo só possível através de um requerimento do Senado Federal junto ao Ministério da Fazenda.
- Identificação dos parâmetros de projeção: alguns parâmetros de projeção nas são descritos nas LDOs, como a densidade de contribuição para o 1º modelo e a alíquota

de contribuição média para o 2º. Isso dificultou muito a reprodução dos resultados das LDOs.

- Acesso aos microdados: o conjunto de registros individuais, chamado de conjunto de microdados, é essencial para que se possa estimar de maneira mais robusta as probabilidades de concessão e cessação de benefícios da Previdência. Outrossim, com os microdados é possível estimar quais variáveis que sofrerão mudanças com a proposta de reforma. O acesso aos microdados só foi possível graças a um novo requerimento do Senado, porém não houve tempo hábil para a análise e desenvolvimento de modelos para esta tese.

5.3 Trabalhos Futuros

Este trabalho ainda está em desenvolvimento e diversos estudos e novas funcionalidades serão adicionadas à metodologia proposta e ao SimPrev. Assim, os seguintes itens estão em desenvolvimento e serão publicados em trabalhos futuros:

- Cálculo dos intervalos de confiança das projeções: está sendo desenvolvido um módulo que altera o 2º modelo oficial de forma a transformá-lo em um modelo estocástico. O modelo estocástico é utilizado para derivar uma estimativa do valor esperado de uma variável aleatória e um intervalo de confiança para essa variável. A saída do modelo estocástico inclui, dessa forma, uma ampla gama de possíveis resultados, cada um dos quais associado à probabilidade de ocorrência.
- Implementação de outros modelos: o SimPrev foi projetado para suportar diversos modelos de projeção. Desse modo, novos modelos de projeção serão adicionados, dentre os quais destacam-se o ILO-PENS e o MAPS.
- Estudos a partir dos microdados: o conjunto de microdados obtidos contém mais de 57 milhões de registros de aposentadorias, auxílios e pensões. Com esses dados é possível a estimativa de modelos probabilísticos mais precisos. Além disso, será possível o desenvolvimento de novos modelos matemáticos e de inteligência computacional, para apoio a simulações e projeção de cenários no âmbito dos processos de Previdência Social.
- Simulação de propostas de reforma na Previdência: poderá ser desenvolvido um módulo específico que implementa a metodologia de simulação de propostas de reforma descrita na LDO de 2018 e nas planilhas oficiais. Ainda, com uso dos microdados será possível o ajustes dos modelos probabilístico de forma a também simular propostas de reforma da Previdência Social.

- Versão Web do SimPrev: atualmente o SimPrev é executado localmente no computador do usuário, porém será desenvolvido um *frontend* Web que permitirá que o simulador seja executado como uma aplicação Web. Assim, a sociedade terá acesso fácil ao SimPrev a partir de qualquer navegador, inclusive *smartphones*.

Referências

- ANFIP, D. *Previdência: reformar para excluir? Contribuição técnica ao debate sobre a reforma da previdência social brasileira*. DIEESE/ ANFIP, 2017. Disponível em: <<https://www.dieese.org.br>>. Citado na página 16.
- BANK, W. Averting the old age crisis: Policies to protect the old and promote growth. *World Bank Policy Research Report, New York: Oxford University Press*, 1994. Citado na página 16.
- BANK, W. *Brazil - Critical issues in social security. A World Bank country study*. [S.l.]: The World Bank, 2001. ISBN 0-8213-4960-0. Citado 2 vezes nas páginas 37 e 38.
- BANK, W. Modeling pension reform : The world bank's pension reform options simulation toolkit. *World Bank Pension Reform Primer Series*, World Bank, 2010. Citado 2 vezes nas páginas 32 e 34.
- BELTRÃO, K. I. et al. *MAPS - Uma Versão Amigável do Modelo Demográfico-Atuarial de Projeções e Simulações de Reformas Previdenciárias do IPEA/IBGE*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2000. (Texto para Discussão número 774). ISSN 1415-4765. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br>>. Citado 3 vezes nas páginas 22, 36 e 38.
- BOHN, H. Are stationarity and cointegration restrictions really necessary for the intertemporal budget constraint? *Journal of Monetary Economics*, v. 54, n. 7, p. 1837 – 1847, 2007. ISSN 0304-3932. Citado na página 36.
- BOX, G. E. P. et al. *Time Series Analysis: Forecasting and Control, 5th Edition*. [S.l.]: Wiley, 2015. ISBN 978-1-118-67502-1. Citado na página 60.
- CAETANO, M. A.-R. *Determinantes da Sustentabilidade e do Custo Previdenciário - Aspectos Conceituais e Comparações Internacionais*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2006. (Texto para Discussão 1226). Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br>>. Citado na página 67.
- CAETANO, M. A.-R. et al. *Texto para discussão Nº 2030 - O Fim do Fator Previdenciário e a Introdução da Idade Mínima: Questões para a Previdência Social no Brasil*. [S.l.]: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2016. Citado 2 vezes nas páginas 37 e 38.
- COSTANZI, R. N. Análise sintética das reformas previdenciárias no mundo. *Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas – Fipe*, Abril 2016. Disponível em: <www.fipe.org.br>. Citado na página 16.
- COSTANZI, R. N.; ANSILIERO, G. *Impacto Fiscal da Demografia na Previdência Social*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2017. (Texto para Discussão). ISBN 1415-4765. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br>>. Citado 3 vezes nas páginas 22, 35 e 38.

- DELGADO, G. C. *Cenários do Mercado de Trabalho para Políticas de Previdência Social*. [S.l.]: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2007. (Nota Técnica). Citado 2 vezes nas páginas 37 e 38.
- EATWELL, J. The anatomy of the pensions crisis. *Economic Survey of Europe*, 1999. Citado na página 16.
- GENTIL, D. L. *A Política Fiscal e a Falsa Crise da Seguridade Social Brasileira – Análise financeira do período 1990–2005*. [S.l.]: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia, Programa de Pós-Graduação, 2006. Citado na página 17.
- GENTIL, D. L. et al. Uma análise não convencional para o problema da previdência social no Brasil. *A Previdência Social em 2060 - As inconsistências do modelo de projeção atuarial do governo brasileiro*, ANFIP, 2017. Citado 3 vezes nas páginas 37, 38 e 72.
- IBARRA, A. *Limitações da metodologia da Pnad (IBGE) para uso no Modelo de Projeções Fiscais do Regime Geral de Previdência Social*. [S.l.]: Apresentação ao Ministério da Fazenda, março/2017. Brasília, DIEESE, Mimeo., 2017. Citado na página 57.
- ILO, I. L. O. *The ILO pension model. Technical guide. Version 1.0-8/2002*. [S.l.]: International Labour Organization, 2002. ISBN 92-2-11539-9. Citado na página 34.
- IYER, S. *Matemática Atuarial de Sistemas de Previdência Social*. [S.l.]: Ministério da Previdência Social, 2002. (Coleção Previdência Social). ISBN 85.88219-15-8. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 46.
- KASHIN, K.; KING, G.; SONEJI, S. Explaining systematic bias and nontransparency in u.s. social security administration forecasts. *Political Analysis 2015*, 2015. Citado 3 vezes nas páginas 35, 38 e 44.
- KASHIN, K.; KING, G.; SONEJI, S. Systematic bias and nontransparency in us social security administration forecasts. *Journal of Economic Perspectives*, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 35 e 38.
- LDO. *Anexo IV Metas Fiscais, IV.6 – Projeções Atuariais para o Regime Geral de Previdência Social - Lei de Diretrizes Orçamentárias*. [S.l.: s.n.], 2018. Citado 3 vezes nas páginas 31, 32 e 57.
- MASCARENHAS, R. de A. C.; OLIVEIRA, A. M. R. de; CAETANO, M. A.-R. *Análise atuarial da reforma da previdência do funcionalismo público da União*. Ministério da Previdência Social, 2004. (Coleção Previdência Social, Série Estudos; v. 21). ISBN 85-88219-27-1. Disponível em: <<http://www.previdencia.gov.br>>. Citado 2 vezes nas páginas 37 e 38.
- MATOS, P. R. F.; MELO, F. de S. P.; SIMONASSI, A. G. Análise de solvência do regime geral da previdência social no Brasil. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, scielo, v. 43, p. 301 – 333, 06 2013. ISSN 0101-4161. Citado 2 vezes nas páginas 36 e 38.
- PLAMONDON, P. et al. *Prática Atuarial na Previdência Social*. [S.l.]: Ministério da Previdência Social, 2002. (Coleção Previdência Social (Volume 33)). ISBN 978-85-88219-39-7. Citado 10 vezes nas páginas 7, 15, 17, 21, 22, 26, 28, 29, 39 e 72.

- PUTY, C. A. C. B. et al. Quão acuradas são as projeções financeiras e atuariais do regime geral de previdência social? *A Previdência Social em 2060 - As inconsistências do modelo de projeção atuarial do governo brasileiro*, ANFIP, 2017. Citado na página 58.
- RUDOLPH, H.; ZVINIENE, A.; OLINTO, P. Summary note on pension reform in brazil : why is it needed and what will be its impact? *World Bank*, 2017. Citado na página 38.
- RUIZ, C. M. M.; SILVA, P. L. do N. *Explorando alternativas para a calibração dos pesos amostrais da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios*. [S.l.]: Trabalho apresentado no VI Congresso de La Asociación Latinoamericana de Población, Lima, Peru, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 57 e 77.
- SCHOLZ, W.; HAGEMEJER, K.; CICHON, M. *Social Budgeting*. [S.l.]: International Labour Organization, 2000. (Quantitative Methods in Social Protection Series). Citado na página 34.
- SCHWARZER, H.; PEREIRA, E. da S.; PAIVA, L. H. *Texto para discussão Nº 1405 - Projeções de Longo Prazo para o Regime Geral de Previdência Social - O Debate no Fórum Nacional de Previdência Social*. [S.l.]: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2009. (Série Seguridade Social). Citado 3 vezes nas páginas 27, 37 e 38.
- SCHWARZER, H.; PEREIRA, E. da S.; PAIVA, L. H. *Texto para discussão Nº 1405, Série Seguridade Social, Projeções de Longo Prazo para o Regime Geral de Previdência Social - O Debate no Fórum Nacional de Previdência Social*. [S.l.]: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2009. Citado na página 44.
- SILVA, C. P. A. da. *Brazilian Social Security Forecast Simulation Scripts*. 2017. Disponível em: <<https://github.com/cpatrickalves/bssf-sim>>. Citado na página 46.
- SILVA, C. P. A. da. *Brazilian Social Security Forecast with Confidence Intervals*. 2017. Disponível em: <<https://github.com/cpatrickalves/bssf-ci>>. Citado na página 61.
- SILVA, C. P. A. da et al. *A Previdência Social em 2060 - As inconsistências do modelo de projeção atuarial do governo brasileiro*. [S.l.]: ANFIP, 2017. ISBN 978-85-62102-25-7. Citado 2 vezes nas páginas 61 e 70.
- SQUEFF, G. C. *Produtividade do Trabalho nos Setores Formal e Informal no Brasil - Uma Avaliação do Período Recente*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2015. (Texto para Discussão 2084). ISSN 1415-4765. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br>>. Citado na página 69.
- TSAY, R. S. *Analysis of Financial Time Series, 3rd Edition*. [S.l.]: Wiley, 2010. ISBN 978-0-470-41435-4. Citado na página 58.
- ÇİNLAR, E. *Probability and Stochastics*. [S.l.]: Springer-Verlag New York, 2011. (Graduate Texts in Mathematics). ISBN 10.1007/978-0-387-87859-1. Citado na página 59.

APÊNDICE A – Equações do Modelo de Projeção de Longo Prazo da Lei de Diretrizes Orçamentárias de 2018

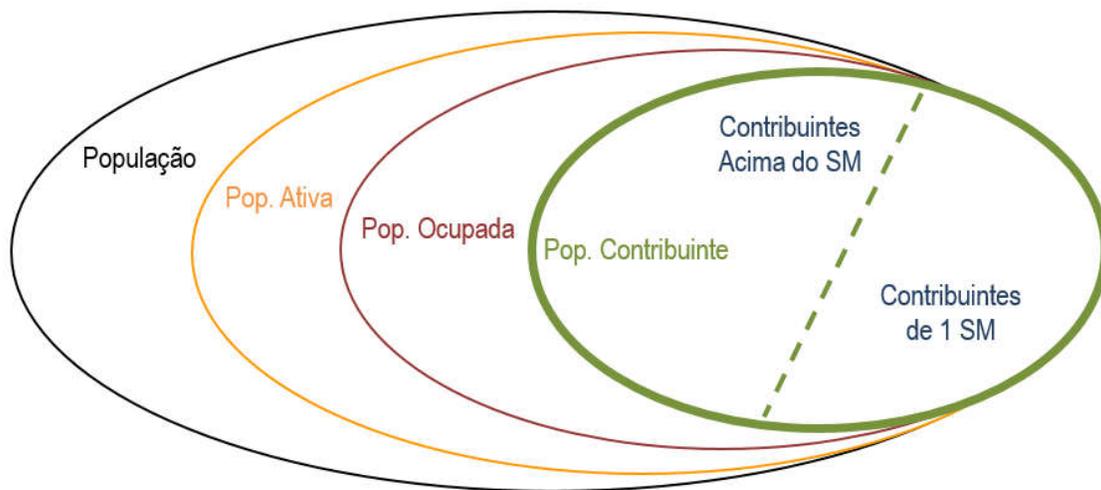
Este apêndice apresenta parte do Anexo IV.6 (Metas Fiscais) da Lei de Diretrizes Orçamentárias de 2018. Mais especificamente, foram extraídas as seções que descrevem o modelo projeção de receitas e despesas (páginas 31 a 47).

4.3 Quantidades

Subconjuntos populacionais

A projeção das quantidades de benefícios é realizada por meio de coortes populacionais de idade e sexo ao longo do tempo (i,s,t) , de maneira a decompor a população como um todo nos seguintes subconjuntos populacionais: população economicamente ativa (PEA), população ocupada (Ocup), a qual abrange os trabalhadores contribuintes (formais) e não contribuintes (informais); a população contribuinte (Contr), e sua decomposição por renda que aufera um SM (Csm) e acima do SM (Ca), de acordo com a Figura 4.2 abaixo. Nota-se que a modelagem da evolução dinâmica do mercado de trabalho é necessária para a estimação da quantidade de segurados passível de se tornarem elegíveis aos benefícios previdenciários. Ressalta-se que a modelagem de cada etapa da decomposição populacional possui como objetivo permitir uma maior flexibilidade ao modelo, de maneira a possibilitar a simulação de diferentes cenários de evolução do mercado de trabalho sobre as projeções fiscais previdenciárias.⁷

Figura 4.2 — Decomposição dos subconjuntos populacionais



Nesse sentido, parte-se da decomposição da população por clientela entre Urbana e Rural, segundo as equações (1) e (2), a qual é realizada por meio da taxa de urbanização $(u\mu_{i,t}^s)$, variável que possui dinâmica explicitada em (3), onde $\bar{\beta}_{u\mu_t^s}$ é um parâmetro que limita o crescimento da taxa de urbanização. Os subconjuntos seguintes das populações por clientela seguem lógica semelhante, assim, a população economicamente ativa (PEA) urbana

⁷ Como referência teórica importante, destaca-se o livro de Subramaniam Iyer (*Matemática Atuarial de Sistemas de Previdência Social* Coleção Previdência Social, v. 16, 2002).

e rural são calculadas de acordo com a equação (4), a partir da taxa de participação dessas clientelas ($P_{U,R}^{part} \mu_{i,t}^s$), a qual evolui sujeita a um limite inferior para crescimento ($\bar{\beta}_{P_{U,R}^{part} \mu_{i,t}^s}$), conforme explicitado na equação (5). Da mesma maneira, as populações ocupadas (Ocup) urbana e rural são calculadas de acordo com a equação (6) por meio da taxa de ocupação dos trabalhadores ($Ocup_{U,R} \mu_{i,t}^s$), o que também permite, de maneira residual, o cômputo da população desocupada, conforme a equação (7). Por fim, no caso da clientela urbana, é possível estimar a evolução do número de contribuintes urbanos de rendimentos iguais (Csm) e acima do SM (Ca) a partir de suas participações população ocupada Urbana, de acordo com a equação (8). Tais subconjuntos populacionais são de fundamental interesse pois compõem o conjunto de potenciais beneficiários futuros do sistema previdenciário urbano. Diferentemente do que ocorre com os segurados urbanos, os segurados rurais apresentados em (9) são compostos tanto de trabalhadores empregados contribuintes (Contr), quanto de Segurados Especiais (Se) e de Potenciais Segurados Rurais (Sp), tais como integrantes de núcleo familiar com segurado especial. Tais subconjuntos da população economicamente ativa rural possuem evolução dada pela equação (10):

$${}_U P_{i,t}^s = P_{i,t}^s \cdot {}_U \mu_{i,t}^s \quad (1)$$

$${}_R P_{i,t}^s = P_{i,t}^s \cdot (1 - {}_U \mu_{i,t}^s) \quad (2)$$

$${}_U \mu_{i,t}^s = \text{Max}_t \left\{ \begin{array}{l} {}_U \mu_{i,t-1}^s \cdot (1 + \beta_{{}_U \mu_{i,t}^s}) \\ \bar{\beta}_{{}_U \mu_{i,t}^s} \end{array} \right. \quad (3)$$

$${}_{U,R} P_{i,t}^{Pea} = {}_{U,R} P_{i,t}^s \cdot {}_{U,R} \mu_{i,t}^{part} \quad (4)$$

$${}_{U,R} \mu_{i,t}^{part} = \text{Mín}_t \left\{ \begin{array}{l} {}_{U,R} \mu_{i,t-1}^{part} \cdot (1 + \beta_{{}_{U,R} \mu_{i,t}^{part}}) \\ \bar{\beta}_{{}_{U,R} \mu_{i,t}^{part}} \end{array} \right. \quad (5)$$

$${}_{U,R} P_{i,t}^{Ocup} = {}_{U,R} P_{i,t}^{Pea} \cdot {}_{U,R} \mu_{i,t}^{Ocup} \quad (6)$$

$${}_{U,R} P_{i,t}^{Desocup} = {}_{U,R} P_{i,t}^{Pea} - {}_{U,R} P_{i,t}^{Ocup} \quad (7)$$

$${}_{U,R} P_{i,t}^{Csm,Ca} = {}_{U,R} P_{i,t}^{Ocup} \cdot {}_{U,R} \mu_{i,t}^{Csm,Ca} \quad (8)$$

$${}_R P_{i,t}^{Seg} = {}_R P_{i,t}^{Contr} + {}_R P_{i,t}^{Se} + {}_R P_{i,t}^{Sp} \quad (9)$$

$${}_R P_{i,t}^{Contr,Se,Sp} = {}_R P_{i,t}^{Seg} \cdot {}_R \mu_{i,t}^{Contr,Se,Sp} \quad (10)$$

Benefícios Previdenciários Rurais e Urbanos

Aposentadorias

As sete (7) modalidades de Aposentadorias modeladas (Aposentadoria por Idade (Normal ou Usual) — Apin, Aposentadoria por Idade da Pessoa com Deficiência — Apid, Aposentadoria por TC (Normal ou Usual) — Aten, Aposentadoria por TC da Pessoa com Deficiência — Atcd, Aposentadoria por TC Especial — Atce, Aposentadoria por TC do(a) Professor(a) — Atcp e Aposentadoria por Invalidez — Ainiv) estão subdivididas em cada uma das três Clientelas: Rural (R), Urbana-Piso (Up) e Urbana-Acima (Ua) e por sexo (Homem, Mulher). Como consistem em benefícios de caráter permanente, são modeladas pelo método do fluxo, em que a evolução dos estoques de benefícios é dada pela dinâmica de entradas e saídas aplicadas aos estoques passados. A equação (11) calcula a quantidade de beneficiários (${}^{\alpha}Q_{i,t}^s$) utilizando o estoque do ano anterior (t-1) da idade anterior (i-1), multiplicando pelo número de sobreviventes que chegaram ao ano t com a idade i , ou seja, excluindo-se as cessações ($1 - \text{Taxa de mortalidade implícita da população} \times \text{Fator de Ajuste}$) e somando a isso o fluxo de entrantes, ou seja, as concessões de benefícios, a qual é calculada pela aplicação de uma Probabilidade de Entrada (${}^{\alpha}\rho_{i,t}^s$) multiplicada pela quantidade de segurados (${}_cF_{i,t}^s$) passíveis de atingirem as condições de elegibilidade necessárias para requerem o benefício.⁸ A taxa de mortalidade implícita, fundamental para a projeção da dinâmica de cessação de todos os benefícios, é estimada a partir da mortalidade anual da população, de acordo com as equações (12) e (13). Já o Fator de Ajuste da Mortalidade (${}^{\alpha}\varepsilon_{i,t}^s$) calculado por meio das equações (14) e (15), visa estimar o distanciamento entre a taxa de mortalidade implícita da população como um todo e a dinâmica de cessação dos benefícios observada.⁹ Por sua vez, a Probabilidade de Concessão de Benefício (${}^{\alpha}\rho_{i,t}^s$) é estimada por meio da equação (16):

$${}^{\alpha}Q_{i,t}^s = {}_cQ_{i-1,t-1}^s \cdot (1 - \lambda_{i,t}^s \cdot {}^{\alpha}\varepsilon_{i,t}^s) + {}_cCo_{i,t}^s \quad (11)$$

$$= {}_cQ_{i-1,t-1}^s \cdot (1 - \lambda_{i,t}^s \cdot {}^{\alpha}\varepsilon_{i,t}^s) + {}^{\alpha}\rho_{i,t}^s \cdot {}_cF_{i,t}^s$$

$$\lambda_{i,t}^s = Mo_{i,t}^s / P_{i,t}^s \quad (12)$$

$$Mo_{i,t}^s = Mo_{i,1}^{s \text{ª sem de t}} + Mo_{i,2}^{s \text{ª sem de t}} = [(P_{i,t}^s - P_{i-1,t-1}^s)/2] + [(P_{i+1,t+1}^s - P_{i,t}^s)/2] \quad (13)$$

$${}^{\alpha}\varepsilon_{i,t}^s = {}_cCe_{i,t}^s / \lambda_{i,t}^s \quad (14)$$

$${}_cCe_{i,t}^s = {}_cCe_{i,t}^s / [{}^{\alpha}Q_{i,t-1}^s + ({}_cCe_{i,t}^s / 2)] \quad (15)$$

⁸ Logo, a quantidade de homens de 68 anos aposentados em 2018 é estimada como sendo igual a quantidade de homens aposentados com 67 anos em 2017 que não tiveram benefício cessado (em virtude de falecimento) somada às concessões de aposentadorias para homens de 68 anos em 2018.

⁹ Por construção, o fator assume o valor no caso de igualdade entre as taxas, ou seja, caso em que não é observada sobre ou submortalidade da população de beneficiários em relação à população total. Na avaliação das taxas, verifica-se que as subpopulações beneficiárias de alguns benefícios tais como a Aposentadoria por Tempo de Contribuição costumam apresentar submortalidade para diversas idades, em relação às taxas de mortalidade implícita estimadas para população como um todo.

$${}^{\alpha}p_{i,t}^s = {}^{\alpha}c_{i,t}^s = {}^{\alpha}C_{i,t}^s / [{}_cQ_{i,t-1}^s + ({}^{\alpha}C_{i,t}^s / 2)] \quad (16)$$

$$\alpha \in \{A_{pin}, A_{pid}, A_{tcn}, A_{tce}, A_{tcp}, A_{tcd}, A_{inv}\}; c \in \{R, Up, Ua\}$$

Auxílios

Os Auxílios são modelados pelo método do estoque, de acordo com a equação explicitada em (17), sendo (${}_{\beta}^{\delta}\phi_{i,t}^s$) a Probabilidade de Pertencimento ou de geração de auxílios.¹⁰ Tal variável, no caso do Auxílio-Doença — Ad (benefício com temporalidade bastante restrita), é calculada pela taxa bruta de concessão conforme a equação (18). Já caso do Auxílio-Acidente — Aa e do Auxílio-Reclusão — Ar (benefícios com temporalidade mais longa) a probabilidade de pertencimento é calculada por meio da taxa bruta de emissão, de acordo com o explicitado na equação (19):

$${}_{\delta}^{\delta}Q_{i,t}^s = {}_{\delta}^{\delta}P_{i,t}^s \cdot {}_{\delta}^{\delta}\phi_{i,t}^s, \delta \in \{Ad, Aa, Ar\} \quad (17)$$

$${}^{Ad}_c\phi_{i,t}^s = {}^{Ad}_cC_{i,t}^s = {}^{Ad}_cC_{i,t}^s / [{}_cF_{i,t-1}^s + ({}^{Ad}_cC_{i,t}^s / 2)] \quad (18)$$

$${}^{Aa,Ar}_c\phi_{i,t}^s = {}^{Aa,Ar}_cC_{i,t}^s = {}^{Aa,Ar}_cQ_{i,t}^s / {}_cF_{i,t}^s \quad (19)$$

Salário-Maternidade

A projeção do benefício salário-maternidade em cada clientela é dada pela proporção de mulheres seguradas em idade fértil (16 a 45 anos) dessa clientela multiplicado pelo número de nascimentos no mesmo ano, de acordo com a equação (20). Ademais, é importante ressaltar que as projeções de despesa dessa rubrica incorporam tanto os gastos diretos (pagamento do benefício diretamente às contribuintes) como também os gastos indiretos (abatimento de contribuições previdenciárias realizadas por empresas em virtude do pagamento do benefício as suas empregadas).

$${}^{SalMat}_cQ_{i,t}^M = \frac{\sum_{i=16}^{45} {}_cF_{i,t}^M}{\sum_{i=16}^{45} {}_cP_{i,t}^M} \cdot (P_{0,t}^H + P_{0,t}^M) \quad (20)$$

¹⁰ Logo, a quantidade de homens de 50 anos que tiveram auxílio concedido em 2018 é estimada como sendo igual a quantidade de homens segurados de 50 anos em 2018 vezes a probabilidade de geração desse benefício.

Pensões

As projeções dos estoques totais de Pensões são dadas pela equação (21), onde se observa uma decomposição entre Pensões do Tipo A (PeA), concedidas antes de 2015, explicitadas na equação (22) e do Tipo B (PeB), concedidas a partir de 2015 e sujeitas às regras da Lei nº 13.135/2015, conforme a na equação (23). Nota-se que as estimativas de evolução dos estoques de Pensões ocorrem por meio do método do fluxo. Todavia, a cessação dos estoques anteriores ocorre tanto via mortalidade dos beneficiários como também via mecanismo legal de cessação automática ($\sigma_{i,t}^S$).¹¹ Por construção, não existem concessões da Pensão do Tipo A a partir de 2015 (${}^{PeA}{}_cCO_{i,2015}^S = 0$), e as concessões do tipo B (${}^{PeB}{}_cCO_{i,t}^S$) são calculadas dadas por meio das equações (24) e (25), em que se observa que elas dependem de uma probabilidade de geração de Pensões ($v_{i\pm D_{i,t,t}}^S$) aplicada sobre a estimativa de óbitos tanto de segurados como de beneficiários permanentes do sexo oposto (cônjuges), a qual é calculada por meio da multiplicação entre a taxa de mortalidade e somatório de estoques de segurados e de beneficiários de aposentadorias (benefícios permanentes)¹². Observa-se que a variável ($D_{i,t}$) consiste no diferencial de idade entre cônjuges, conforme equação (26), e visa estimar a idade dos cônjuges recebedores do benefício no momento de concessão. Por fim, ($\sigma_{i,t}^S$) é dado pela equação (27), para $j_i > 0$, e $\sigma_{i,t}^S = 0$ para $j_i = 0$ (sendo que j_i é dado pelo número de anos de durou o benefício que está sendo cessado de acordo com a Lei 13.135/2015).¹³

$${}^Pe{}_cQ_{i,t}^S = {}^{PeA}{}_cQ_{i,t}^S + {}^{PeB}{}_cQ_{i,t}^S \quad (21)$$

$${}^{PeA}{}_cQ_{i,t}^S = {}^{PeA}{}_cQ_{i-1,t-1}^S \cdot (1 - \lambda_{i,t}^S \cdot {}^P{}_c\varepsilon_{i,t}^S) \quad (22)$$

$${}^{PeB}{}_cQ_{i,t}^S = {}^{PeB}{}_cQ_{i-1,t-1}^S \cdot (1 - \lambda_{i,t}^S \cdot {}^P{}_c\varepsilon_{i,t}^S) + {}^{PeB}{}_cCO_{i,t}^S - \sigma_{i,t}^S, t \geq 2015 \quad (23)$$

$${}^{PeB}{}_cCO_{i,t}^H = v_{i-D_{i,t,t}}^M \cdot \left({}^cF_{i-D_{i,t,t}}^M + \sum {}^\alpha Q_{i-D_{i,t,t}}^M \right) * \lambda_{i-D_{i,t,t}}^M, \quad (24)$$

$${}^{PeB}{}_cCO_{i,t}^M = v_{i+D_{i,t,t}}^H \cdot \left({}^cF_{i+D_{i,t,t}}^H + \sum {}^\alpha Q_{i+D_{i,t,t}}^H \right) * \lambda_{i+D_{i,t,t}}^H, \quad (25)$$

$$D_{i,t} = Id_{i,t}^H - Id_{i,t}^M \quad (26)$$

¹¹ As projeções incorporam o novo ambiente de regras da Lei nº 13.135/2015, a qual estabeleceu, além das carências de 1,5 ano de tempo de contribuição e de 2 anos de união estável para o acesso ao benefício, a possibilidade de periodicidade limitada do benefício a depender da idade do beneficiário na concessão, ou seja, se a idade do cônjuge for menor do que 21 anos, entre 21 e 26, 27 e 29, 30 e 40, 41 e 43, acima de 44, o cônjuge receberá o benefício durante 3, 6, 10, 15, 20, e de maneira vitalícia, respectivamente.

¹² Ressalta-se que os benefícios assistenciais não possuem natureza previdenciária, assim, no caso de falecimento do beneficiário, não geram direito à Pensão por Morte para eventual dependente.

¹³ Logo, a quantidade de pensionistas mulheres de 55 anos em 2018 é estimada como sendo igual a quantidade de pensionistas mulheres com 54 anos em 2017 que não tiveram benefício cessado (em virtude de falecimento ou da periodicidade limitada imposta pela Lei 13.135/2015) somadas as concessões de pensões para mulheres de 55 anos em 2018.

$$\sigma_{i,t}^S = {}^{PeB}{}_c CO_{i-j_i,t-j_i}^S \cdot \prod_{k=i-j_i}^i (1 - \lambda_{k,t-(i-k)}^S \cdot {}^{Pe}{}_c \varepsilon_{k,t-(i-k)}^S)$$

$$j_i = \begin{cases} 3, & \text{se } i \leq 23 \\ 6, & \text{se } 27 \leq i \leq 32, \\ 10, & \text{se } 37 \leq i \leq 39, \\ 15, & \text{se } 45 \leq i \leq 55, \\ 20, & \text{se } 61 \leq i \leq 63, \\ 0, & \text{para qualquer outro } i \end{cases} \quad (27)$$

Benefícios Assistenciais

Os 4 (quatro) tipos de Benefícios Assistenciais (Loas Idoso, Loas Deficiente, RMV Idoso e RMV Deficiente) são modelados seguindo o método do fluxo exposto na equação (28).¹⁴ Ademais, o Fator de Ajuste da Mortalidade (${}^L{}_c \varepsilon_{i,t}^S$) e a Probabilidade de Concessão de Benefício (${}^L{}_c \rho_{i,t}^S$) são estimados de acordo com as equações (29) a (31). Acrescenta-se que a Probabilidade de Concessão no RMV é nula (${}^{Rmv}{}_c \rho_{i,t}^S = 0$), pois o benefício está em extinção (sem novas concessões)¹⁵.

$${}^L{}_c Q_{i,t}^S = {}^L{}_c Q_{i-1,t-1}^S \cdot (1 - \lambda_{i,t}^S \cdot {}^L{}_c \varepsilon_{i,t}^S) + {}^L{}_c CO_{i,t}^S \quad (28)$$

$$= {}^L{}_c E_{i-1,t-1}^S \cdot (1 - \lambda_{i,t}^S \cdot {}^L{}_c \varepsilon_{i,t}^S) + {}^L{}_c \rho_{i,t}^S \cdot P_{i,t}^S$$

$${}^L{}_c \varepsilon_{i,t}^S = {}^L{}_c c_{i,t}^S / \lambda_{i,t}^S \quad (29)$$

$${}^L{}_c c_{i,t}^S = {}^L{}_c Ce_{i,t}^S / [{}^L{}_c Q_{i,t-1}^S + ({}^L{}_c Ce_{i,t}^S / 2)] \quad (30)$$

$${}^L{}_c \rho_{i,t}^S = {}^L{}_c co_{i,t}^S = {}^L{}_c Co_{i,t}^S / [P_{i,t-1}^S + ({}^L{}_c Co_{i,t}^S / 2)] \quad (31)$$

$$L \in \{LoasIdo, LoasDef, RmvIda, RmvInv\}$$

Migração entre Concessões

O modelo possui um módulo específico para lidar com a dinâmica de concessões de benefícios, de maneira a permitir tratamentos diferenciados e hipóteses sobre o comportamento das concessões futuras. Tal arcabouço possibilita a modelagem da fixação ou incremento de idade mínima como regra de acesso aos benefícios, uma vez que as concessões inicialmente previstas são postergadas no tempo até que sejam satisfeitas as condições

¹⁴ Assim como na modelagem das aposentadorias, a quantidade de homens de 68 anos que recebem benefício assistencial em 2018 é estimada como sendo igual a quantidade de beneficiários com 67 anos em 2017 que não tiveram benefício cessado (em virtude de falecimento) somadas as concessões de benefícios para homens de 68 anos em 2018.

¹⁵ A Renda Mensal Vitalícia (RMV) é benefício em extinção desde 1996 (alteração do Art. 40 da Lei nº 8.742/1993).

de elegibilidade ao acesso ao benefício (procedimento inteiramente automatizado no modelo).¹⁶ Também é possível a modelagem de eventuais bloqueios parciais (ou totais) dos fluxos de concessão ao longo do tempo, o que pode ser advindo, por exemplo, de um eventual aumento de carência como regra de acesso a determinado benefício, o que poderia levar à redução das estimativas de concessões futuras. Esse módulo do modelo também permite a migração entre as concessões de benefícios permanentes ao longo do tempo, uma vez que o endurecimento de regras de acesso a determinado benefício poderia incentivar a busca por outro benefício de regra de elegibilidade de acesso menos restrita. Ademais, é possível que sejam levados em consideração os impactos sobre a concessão de benefícios temporários (Auxílios) oriundos da postergação de concessões em decorrência, por exemplo, de mudanças nas regras de acesso a benefícios (aumento de idade ou de carência).¹⁷ Por fim, a contabilização por coorte ao longo do tempo dos indivíduos que poderiam ter suas aposentadorias postergadas em decorrência de eventual mudança de regras de acesso permite que sejam estimados os impactos de tal mudança legislativa na receita previdenciária, na medida em que muitos desses indivíduos permanecerão no mercado de trabalho.

4.4 Preços

Rendimentos dos Subconjuntos Populacionais

Definida a projeção da evolução de quantidades das subpopulações de interesse mencionadas anteriormente, faz-se necessária a projeção da evolução de seus rendimentos médios,¹⁸ e assim, por meio da multiplicação entre preços e quantidades, é possível estimar a evolução das massas salariais dos subconjuntos populacionais.¹⁹ No caso da população ocupada, seu rendimento médio cresce à taxa de crescimento da produtividade do trabalho (η_t), conforme explicitado pela equação (32), e a evolução da massa salarial dessa subpopulação é computada a partir do produto entre seu rendimento médio ($^{Ocup}_{U,R} \omega_{i,t}^s$) e a quantidade de ocupados ($^{Ocup}_{U,R} P_{i,t}^s$) para cada clientela, de acordo com a equação (33). Lógica semelhante é empregada para a estimativa de evolução das massas salariais dos contribuintes urbanos no SM ($^{Csm}_U W_{i,t}^s$) e acima do SM ($_{Ua} W_{i,t}^s$), as quais acompanham a

¹⁶ Como exemplo, no caso de um eventual aumento da idade mínima para a concessão de um benefício de 60 para 61 anos em determinado ano, o procedimento consiste na vedação das concessões inicialmente previstas para indivíduos com 60 anos no ano da alteração. Contudo, tais concessões são parcialmente (existe desconto via taxa de mortalidade) encavaladas no modelo e essa estimativa descontada de concessão de benefícios é adicionada, no ano seguinte à mudança, à estimativa de concessões para indivíduos de 61 anos.

¹⁷ Como exemplo, a introdução de uma idade mínima pode aumentar a concessões de benefícios temporários (auxílios) em idade mais avançadas, visto que muitos dos indivíduos que se aposentariam em idade mais precoces continuarão no mercado de trabalho, passíveis de eventualmente necessitarem de benefícios temporários (auxílios).

¹⁸ Tal variável é fundamental principalmente para as estimativas dos valores de concessão de benefício daqueles indivíduos que recebem acima do piso previdenciário.

¹⁹ Conforme será visto, as massas salariais de ocupados e de contribuintes permitem projetar a evolução das taxas de crescimento do PIB e das receitas previdenciárias, respectivamente.

evolução das quantidades de suas subpopulações e de seus rendimentos, conforme as equações (34) e (35). Quanto à evolução dos rendimentos, observa-se que o SM evolui de acordo com taxa de crescimento própria ($\beta_{\omega_{min_t}}$), conforme a equação (36)²⁰ enquanto que os rendimentos médios dos contribuintes acima do SM crescem de acordo com a taxa de crescimento da produtividade do trabalho (η_t), de acordo com a equação (37):

$$Ocup_{U,R}\omega_{i,t}^s = Ocup_{U,R}\omega_{i,t-1}^s \cdot (1 + \eta_t) \quad (32)$$

$$Ocup_{U,R}W_{i,t}^s = Ocup_{U,R}\omega_{i,t}^s \cdot Ocup_{U,R}P_{i,t}^s \quad (33)$$

$$Csm_U W_{i,t}^s = \omega_{min_t} \cdot Csm_U P_{i,t}^s \quad (34)$$

$$Ua W_{i,t}^s = Ua\omega_{i,t}^s \cdot Ua P_{i,t}^s \quad (35)$$

$$\omega_{min_t} = \omega_{min_{t-1}} \cdot (1 + \beta_{\omega_{min_t}}) \quad (36)$$

$$Ua\omega_{i,t}^s = Ua\omega_{i,t-1}^s \cdot (1 + \eta_t) \quad (37)$$

Valor dos Benefícios

Para todos os benefícios previdenciários associados às clientelas Rural e Urbana-Piso, e para os benefícios assistenciais, os valores de benefício (${}^{\alpha,\delta,P,L}_{R,Up}\varphi_t$) são dados pela equação (38), onde o parâmetro (${}^{\alpha,\delta,P,L}_{R,Up}\beta_t$) representa a taxa de reajuste em termos reais de cada benefício. Embora esses benefícios tenham atualmente seus valores vinculados ao SM, o estabelecimento de diferenciação entre as taxas de reajuste real por benefício implica a evolução individual dos valores de cada benefício. Tal artifício de modelagem permite que a igualdade entre os valores de benefício nos pisos previdenciário e assistencial e o SM seja interpretada como um caso particular, possibilitando a simulação de eventuais modificações legislativas em qualquer momento do tempo, advindos tanto de mudanças na política de valorização do SM como também de eventuais propostas de desvinculação entre os pisos de benefícios e o valor do SM.²¹

$${}^{\alpha,\delta,P,L}_{R,Up}\varphi_t = {}^{\alpha,\delta,P,L}_{R,Up}\varphi_{t-1} \cdot (1 + {}^{\alpha,\delta,P,L}_{R,Up}\beta_t)$$

$$\alpha \in \{A_{pin}, A_{pid}, A_{tcn}, A_{tce}, A_{tcp}, A_{tcd}, A_{inv}\} \quad (38)$$

$$\delta \in \{A_d, A_a, A_r\}$$

²⁰ A fim de promover a redução da pobreza e diminuição da desigualdade na distribuição de renda, o governo propôs, em 2007, as diretrizes para a política de valorização do salário mínimo, válida para os anos de 2008 (Lei nº 11.709/2008), 2009 (Lei nº 11.944/2009), 2010 (Lei nº 12.255/2010) e 2011 a 2015 (Lei nº 12.382/2011), e 2016 a 2019 (Lei nº 13.152/2015). De acordo com a regra, o reajuste do valor do SM corresponde a uma parcela de reajuste nominal (variação acumulada do INPC) acrescido de outra que visa ao aumento real do SM (taxa de crescimento real anual do PIB de dois anos anteriores ao ano de referência). Assim, o poder de compra do SM é preservado (determinado pelo artigo 7º, inciso IV, da Constituição Federal) e o crescimento real anual de seu valor é igual ao crescimento defasado do PIB.

²¹ Os valores de benefícios acima do SM serão tratados em seção posterior.

$$P \in \{PeA, PeB\}$$

$$L \in \{LoasIdo, LoasDef, RmvIda, RmvInv\}$$

4.5 Valores

Receitas Previdenciárias e PIB

As receitas previdenciárias (Rec_t) são calculadas segundo a equação (39) utilizando-se como base os valores da massa salarial de contribuintes urbanos²² ($C_{Urb}^{sm}W_{i,t}^s + C_{Urb}^{ca}W_{i,t}^s$) e aplicando a ela uma alíquota efetiva média (π_t). Ademais, a partir da hipótese de que a proporção dos salários na renda total da economia (ψ) mantenha-se constante ao longo do tempo, conforme as equações (40) e (41), é possível estimar a evolução da taxa de crescimento do PIB (β_{Y_t}) como sendo idêntica à taxa de crescimento da massa salarial da população ocupada, de acordo com as equações (42) e (43):

$$Rec_t = (C_{Urb}^{sm}W_{i,t}^s + C_{Urb}^{ca}W_{i,t}^s) \cdot \pi_t \quad (39)$$

$$\left(\sum_{i,s}^{Ocup} W_{i,t}^s \right) / Y_t = \left(\sum_{i,s}^{Ocup} W_{i,t-1}^s \right) / Y_{t-1} = \psi \quad (40)$$

$$Ocup_{Tot} W_{i,t}^s = (Ocup_U W_{i,t}^s + Ocup_R W_{i,t}^s) \quad (41)$$

$$\beta_{Y_t} = \beta_{Ocup W_t} \quad (42)$$

$$Y_t = Y_{t-1} \cdot (1 + \beta_{Y_t}) \quad (43)$$

Despesa com Benefícios Previdenciários (Rurais e Urbanos no Piso Previdenciário) e Assistenciais

Para todos os benefícios previdenciários associados às clientelas Rural e Urbana-Piso, e para os benefícios assistenciais, os valores projetados da despesa ($\alpha_{R,Up}^{\delta,P,L} V_t$) são calculados pela multiplicação entre quantidades e preços, ou seja, entre o estoque médio de benefícios em cada ano multiplicado pelo valor pago anualmente em cada benefício, esse último calculado pela multiplicação do valor do benefício ($\alpha_{R,Up}^{\delta,P,L} \varphi_t$) pelo número de parcelas mensais pagas aos beneficiários ($\alpha_{R,Up}^{\delta,P,L} n_t$),²³ como explicitado na equação (44). Nota-se que, enquanto

²² A massa salarial dos ocupados rurais não é utilizada para as projeções de arrecadação, tendo em vista que muitos segurados não contribuem ou contribuem sobre outras bases de cálculo, tal como a venda de produtos agrícolas.

²³ Ressalta-se que os benefícios assistenciais não possuem natureza previdenciária, assim, não dão direito a abono anual (13ª parcela).

os estoques reportados nas quantidades referem-se às informações da posição de 31 de dezembro de cada ano, para o cômputo da despesa é utilizada uma estimativa do estoque médio anual, ou seja, do estoque na posição de 30 de junho de cada ano). Ademais, é importante verificar que os valores financeiros futuros da despesa apresentam-se em termos dos valores correntes de 2017, uma vez que, a partir desse ano, os valores dos benefícios são atualizados somente em termos reais. Nesse sentido, é importante o entendimento de que o modelo não utiliza projeções de inflação, assim, os valores de benefícios projetados a partir de 2017 não são atualizados monetariamente pela inflação.

$${}^{\alpha,\delta,P,L}_{R,U\bar{P}}V_t = [({}^{\alpha,\delta,P,L}_{R,U\bar{P}}Q_t + {}^{\alpha,\delta,P,L}_{R,U\bar{P}}Q_{t-1})/2] \cdot {}^{\alpha,\delta,P,L}_{R,U\bar{P}}\varphi_t \cdot {}^{\alpha,\delta,P,L}_{R,U\bar{P}}n_t \quad (44)$$

$\alpha \in \{Apin, Apid, Atcn, Atce, Atcp, Atcd, Ainv\}$

$\delta \in \{Ad, Aa, Ar\}$

$P \in \{PeA, PeB\}$

$L \in \{LoasIdo, LoasDef, RmvIda, RmvInv\}$

Despesa com Benefícios Previdenciários - Clientela Urbana Acima do Piso

Já para a Clientela Urbana-Acima do Piso Previdenciário, faz-se necessária a aplicação de metodologia diferenciada em relação àquela aplicada anteriormente, em virtude da diferenciação dos valores de benefícios dessa clientela.²⁴ Assim, as projeções dos valores de despesa com benefícios permanentes (aposentadorias e pensões) dão-se por meio da aplicação direta do método de fluxo às despesas, conforme a equação (45). Basicamente, o valor da despesa com benefícios em determinado ano (${}^{\alpha,P}_{Ua}V_{i,t}^s$) é dado pela despesa do ano anterior (decrecida pela taxa de mortalidade ($\lambda_{i,t}^s \cdot {}^{\alpha,P}_{Ua}\varepsilon_{i,t}^s$) e acrescida por eventual reajustamento real dos valores de benefício (${}^{\alpha,P}_{Ua}\beta_t$)) somada ao valor anual das novas concessões, calculada pela multiplicação entre a quantidade estimada de concessões (${}^{\alpha,P}_{Ua}Co_{i,t}^s$), o valor médio mensal das novas concessões (${}^{\alpha,P}_{Ua}v_{i,t}^s$) e quantidade média de parcelas recebidas no ano (${}^{\alpha,P}_{Ua}n_{co}/2$).²⁵ Já para os benefícios temporários (auxílios) é empregado o método do estoque a evolução da despesa, de acordo com a equação (46), em que os totais de despesa com benefícios (${}^{\delta}_{Ua}V_{i,t}^s$) é dada pela quantidade de benefícios (${}^{\delta}_{Ua}Q_{i,t}^s$) multiplicada pelo valor médio de concessão (${}^{\delta}_{Ua}v_{i,t}^s$) e pela quantidade média de parcelas pagas aos beneficiários (${}^{\delta}_{Ua}n$). É importante a compreensão de que a variável-chave nos dois casos apresentados é o valor médio mensal dos novos benefícios (${}^{\alpha,P,\delta}_{Ua}v_{i,t}^s$), o qual é estimado pela equação (47), ou seja, pelo produto entre a taxa de reposição (${}^{\alpha,P,\delta}_{Ua}\theta_{i,t}^s$) e o rendimento médio dos

²⁴ No caso de 2017, os valores de benefício dessa clientela estão entre o SM (R\$ 937,00) e o teto do RGPS (R\$ 5.531,31).

²⁵ Admite-se que as concessões ocorrem de maneira uniforme no decorrer do ano, assim, o número médio esperado de pagamentos recebido pelos novos beneficiários é de $6,5 ({}^{\alpha,P,\delta}_{Ua}n_{co}/2)$, visto que aposentadorias e pensões dão direito a abono anual (13ª parcela).

segurados que recebem acima de 1 SM de cada coorte (${}_{Ua}^F\omega_{i,t}^s$). No caso da taxa de reposição (${}_{Ua}^{\alpha,P,\delta}\theta_{i,t}^s$), essa é estimada de acordo com a equação (48), ou seja, pela representa uma razão entre o valor médio de benefício (${}_{Ua}^{\alpha,P,\delta}\varphi_{i,t}$) e o rendimento médio dos segurados (${}_{Ua}^F\omega_{i,t}^s$). No caso das aposentadorias por tempo de contribuição (Atc), às quais estão sujeitas à aplicação do fator previdenciário como regra de cálculo dos valores na concessão do benefício, aplica-se a equação (49), a qual visa incorporar a dinâmica de evolução do fator previdenciário ($fm_{i,t}^{tc}$). Por fim, emprega-se um termo de ajuste que visa adequar a histórico de rendimentos não-observados (${}_{Ua}^{hist}\omega_{i,t}$) utilizado efetivamente no cômputo dos valores de concessão à estimativa de rendimento médio dos segurados utilizadas para estimar os valores de concessão de benefício.

$${}_{Ua}^{\alpha,P}V_{i,t}^s = \{ [{}_{Ua}^{\alpha,P}V_{i-1,t-1}^s + {}_{Ua}^{\alpha,P}Co_{i-1,t-1}^s \cdot {}_{Ua}^{\alpha,P}\theta_{i-1,t-1}^s \cdot {}_{Ua}^{Ocup}\omega_{i-1,t-1}^s \cdot ({}_{Ua}^{\alpha,P}n_{co}/2)] \cdot (1 - \lambda_{i,t}^s \cdot {}_{Ua}^{\alpha,P}\varepsilon_{i,t}^s) \cdot (1 + {}_{Ua}^{\alpha,P}\beta_t) \} + [{}_{Ua}^{\alpha,P}Co_{i,t}^s \cdot {}_{Ua}^{\alpha,P}v_{i,t}^s \cdot ({}_{Ua}^{\alpha,P}n_{co}/2)] \quad (45)$$

$${}_{Ua}^{\delta}V_{i,t}^s = {}_{Ua}^{\delta}Q_{i,t}^s \cdot {}_{Ua}^{\delta}v_{i,t}^s \cdot {}_{Ua}^{\delta}n \quad (46)$$

$${}_{Ua}^{\alpha,P,\delta}v_{i,t}^s = {}_{Ua}^{\alpha,P,\delta}\theta_{i,t}^s \cdot {}_{Ua}^F\omega_{i,t}^s \quad (47)$$

$${}_{Ua}^{\alpha,P,\delta}\theta_{i,t}^s = {}_{Ua}^{\alpha,P,\delta}\varphi_{i,t} / {}_{Ua}^F\omega_{i,t}^s \quad (48)$$

$${}_{Ua}^{Atc,Atce,Atcp}v_{i,t}^s = {}_{Ua}^{Atc,Atce,Atcp}\theta_{i,t}^s \cdot {}_{Ua}^F\omega_{i,t}^s = fm_{i,t}^{tc} \cdot Ajuste_{i,t} \cdot {}_{Ua}^{hist}\omega_{i,t} \quad (49)$$

$${}_{Ua}^{Atc,Atce,Atcp}\theta_{i,t}^s = fm_{i,t}^{tc} \cdot Ajuste_{i,t} \quad (50)$$

Calibragem e Atualização das Projeções

O procedimento metodológico usualmente implementado na atualização do modelo é a calibragem, por meio da qual são realizados testes comparativos entre as projeções do modelo e os dados realizados de benefícios, e, a partir disso, são realizados ajustes finos em alguns parâmetros do modelo com o intuito de reduzir os erros de previsão. Ademais, as projeções são atualizadas à medida em que são disponibilizadas novas informações mais recentes sobre benefícios, novas projeções de parâmetros macroeconômicos e alterações da legislação previdenciária em vigor.

4.6 Dados Primários e Hipóteses de Projeção para o Cenário Base

Parâmetros	Dados Primários/ Fonte de Informação
$P_{i,t}^s$	Informações demográficas extraídas das projeções de matrizes populacionais do IBGE para o período de 2000 a 2060. ²⁶
${}_{U,R}\mu_{i,t}^s$ $t = 2010, \dots, 2014$	Pnad/IBGE 2010-2014: extraídas a partir da decomposição da população entre Urbana e Rural conforme metodologia adotada em Nota Técnica conjunta entre IPEA e MTPS (considera-se a população rural não pelo local de moradia, mas por critérios de ocupação em atividades agrícolas. Por inferência, todos que não estão nas ocupações agrícolas são considerados parte da população urbana)
${}_{U,R}Part_{i,t}^s$ $t = 2010, \dots, 2014$	Pnad/IBGE 2010-2014: taxas de participação no mercado de trabalho calculadas pela relação da população economicamente ativa (PEA) sobre a população;
${}_{U,R}Ocup_{i,t}^s$ $t = 2010, \dots, 2014$	Pnad/IBGE 2010-2014: taxas de ocupação dos trabalhadores calculadas pela relação da população ocupada sobre a PEA;
${}_{U,R}Csm, Ca_{i,t}^s$ $t = 2010, \dots, 2014$	Pnad/IBGE 2010-2014: taxas de cobertura contributiva por SM e acima do SM calculadas pela relação da população de contribuintes para o sistema previdenciário sobre a população ocupada;
${}_{R}C, Se, Sp_{i,t}^s$ $t = 2010, \dots, 2014$	Pnad/IBGE 2010-2014: calculadas pela relação entre os subconjuntos da população rural sobre a PEA rural;
${}_{U,R}Ocup\omega_{i,t}^s$ $t = 2010, \dots, 2014$	Pnad/IBGE 2010-2014: rendimentos médios da população ocupada urbana e rural;
$\omega_{min,t}$ $t = 2010, \dots, 2014$	SM válido em cada ano;
${}_{Ua}\omega_{i,t}^s$ $t = 2010, \dots, 2014$	Pnad/IBGE 2010-2014: rendimentos médios dos contribuintes que recebem acima do salário mínimo

²⁶ As informações referem-se às projeções da população no ponto médio de cada ano (30 de junho). Assim, a mortalidade estimada em cada ano dá-se por meio da soma entre a mortalidade estimada para o 1º semestre do ano ($Mo_{i,10}^s \text{ sem. ano } t = (P_{i,30,06,t}^s - P_{i,30,06,t-1}^s)/2$) e para o 2º semestre, ou seja, $Mo_{i,t}^s = Mo_{i,10}^s \text{ sem. ano } t + Mo_{i,20}^s \text{ sem. ano } t$.

$\alpha, \delta, Pe, L_c Q_{i,t}^s$ $t = 2010, \dots, 2014$	<p>Dados de registros administrativos 2010-2014: corresponde ao <i>estoque</i> de benefícios ativos em 31/12 de cada ano;</p>
$\alpha, \delta, Pe, L_c Ce_{i,t}^s$ $t = 2010, \dots, 2014$	<p>Dados de registros administrativos 2010-2014: corresponde à quantidade de <i>cessações</i> de benefícios ao longo de cada ano;</p>
$\alpha, \delta, Pe, L_c Co_{i,t}^s$ $t = 2010, \dots, 2014$	<p>Dados de registros administrativos 2010-2014: corresponde à quantidade de <i>concessões</i> de benefícios ao longo de cada ano;</p>
$\alpha, \delta, P, L_c \varphi_t = \omega_{mint}$ $t = 2010, \dots, 2014$	<p>Valores de benefícios assistenciais e previdenciários no piso previdenciário iguais ao SM</p>
$\alpha, \delta, P, L_{R, Up} n^{2015}$	<p>Calculado pela divisão entre a despesa realizada (dado administrativo) pelo total de benefícios em 2015, chegando-se ao valor médio anual, e posterior divisão pelo SM (valor mensal). Assim, calcula-se efetivamente o número médio de pagamentos mensais de cada benefício em 2015. Como esperado, os valores para aposentadorias são próximos a 13 (benefício com 13º parcela), enquanto que nos assistenciais o valor é próximo a 12 (benefício não dá direito à 13ª pagamento anual);</p>
Rec_t $t = 2010, \dots, 2016$	<p>Arrecadação Líquida do RGPS, obtida a partir do Fluxo de Caixa do INSS;</p>

Hipóteses de Projeção	Descrição
$u\mu_{i,2015}^s = u\mu_{i,2014}^s$	Taxa de urbanização de 2015 estimada como igual àquela observada em 2014; Obs: a partir das equações (1) e (2), observa-se que as taxas de urbanização encontradas nos dados da Pnad/IBGE são aplicadas sobre a população projetada pelo IBGE para o período de 2015 a 2060;
$\beta_{u\mu_{i,t}^s} = 0$	Hipótese de que a taxa de urbanização é mantida constante ao longo do tempo. Assim, a evolução da população urbana e rural acompanha diretamente a evolução dos totais da população como um todo;
$Part_{U,R\mu_{i,2015}^s} = Part_{U,R\mu_{i,2014}^s}$	Taxa de participação de 2015 estimada como igual àquela observada em 2014;
$\beta_{Part_{U,R\mu_{i,t}^s}} = 0$	Hipótese de que a taxa de participação mantida constante ao longo do tempo. Assim, a evolução da população economicamente ativa urbana e rural acompanha diretamente a evolução dos totais da população como um todo;
$Ocup_{U,R\mu_{i,2015}^s} = Ocup_{U,R\mu_{i,2014}^s}$	Taxa de ocupação de 2015 estimada como igual àquela observada em 2014;
$Ocup_{U,R\mu_{i,t}^s} = Ocup_{U,R\mu_{i,2015}^s}$ $t > 2015$	Hipótese de que a taxa de ocupação permanece constante ao longo do tempo;
$Csm,Ca_{U\mu_{i,2015}^s} = Csm,Ca_{U\mu_{i,2014}^s}$	Taxa de cobertura contributiva em 2015 estimada como igual àquela observada em 2014;
$Csm,Ca_{U\mu_{i,t}^s} = Csm,Ca_{U\mu_{i,2015}^s}$ $t > 2015$	Hipótese de que as taxas de cobertura contributiva permanecem constante ao longo do tempo;
$Contr,Se,Sp_{R\mu_{i,2015}^s} = Contr,Se,Sp_{R\mu_{i,2014}^s}$	Taxas de participação de subconjuntos da população rural em 2015 estimadas como iguais àquelas observadas em 2014;
$Contr,Se,Sp_{R\mu_{i,t}^s} = Contr,Se,Sp_{R\mu_{i,2015}^s}$ $t > 2015$	Hipótese de que as taxas de participação de subconjuntos da população rural permanecem constante ao longo do tempo;
$Up,Ua^F_{i,t} = \frac{Ocup_{U,R\mu_{i,t}^s}}{Up,Ua^P_{i,t}}$ $t > 2015$	Utiliza-se como conjunto de segurados (base de incidência de probabilidades de concessão de benefícios) a população ocupada urbana por faixa de valor;

$v_{i \pm D_{i,t}, 2015}^s$	Probabilidade de geração de Pensões em 2015 estimada como igual àquela observada em 2014 por meio de estimativa a partir de dados de registros administrativos;
$v_{i \pm D_{i,t}, t}^s$ $t > 2015$	Hipótese de que as probabilidades de geração de pensões permanecem constante ao longo do tempo;
$D_{i,t} = 4$	Hipótese de que o diferencial de idade médio entre cônjuges é de 4 anos;
$\eta_t = 1,7$	Hipótese de que a produtividade média do trabalho vá crescer a uma taxa constante de 1,7% ao ano;
$\beta_{\omega_{min_t}} = \beta_{Y_{t-2}}$ $t = 2017, \dots, 2019$	Manutenção da regra atual de valorização real do SM até 2019 (Lei nº 13.152/2015);
$\beta_{\omega_{min_t}} = \beta_{Y_{t-2}}$ $t > 2017$	Hipótese de continuidade da regra atual de valorização real do SM;
$\beta_{\alpha, \delta, P, L}_{R, Up} \mu_t = \beta_{\omega_{min_t}}$ $t > 2017$	Hipótese de manutenção da vinculação entre os pisos previdenciário e assistencial e o SM;
$\alpha, \delta, P, L_{R, Up} n_t = \alpha, \delta, P, L_{R, Up} n_{2015}$	Hipótese de que o número médio de pagamentos mensais de cada benefício seja constante ao longo do tempo;
β_{Y_t} $t = 2017, \dots, 2020$	Taxa de crescimento real do PIB até 2020 extraída da Grade de Parâmetros Macroeconômicos produzidos pela Secretaria de Política Econômica do Ministério da Fazenda (SPE/MF) de 13/03/2017;
$\alpha, P_{Ua} \beta_t = 0$ $t > 2017$	Hipótese de que os valores dos benefícios acima do SM não tenham crescimento real (somente reajuste nominal);

Anexo – Lista de Siglas e Abreviaturas do Modelo de Projeção

Notação	Descrição
α	Aposentadorias
β	Taxa de crescimento
δ	Auxílios
η	Taxa de Crescimento da Produtividade do Trabalho
π	Alíquota Efetiva Média
ν	Probabilidade de Geração de Pensão
ϕ	Probabilidade de Pertencimento (ou de geração de benefícios)
θ	Segurados
ρ	Probabilidade de Concessão de Benefício
λ	Taxa de Mortalidade Implícita da População
ψ	Participação dos salários na renda total da economia
θ	Taxa de Reposição
ω	Rendimento médio
ω_{min}	Salário mínimo
Aa	Auxílio-Acidente
Ad	Auxílio-Doença
$Ainv$	Aposentadoria por Invalidez
$Apid$	Aposentadoria por Idade da Pessoa com Deficiência
$Apin$	Aposentadoria por Idade (Normal ou Usual)
Ar	Auxílio-Reclusão
$Atcd$	Aposentadoria por TC da Pessoa com Deficiência
$Atce$	Aposentadoria por TC Especial
$Atcn$	Aposentadoria por TC (Normal ou Usual)
$Atcp$	Aposentadoria por TC do(a) Professor(a)
BPC	Benefício de Prestação Continuada
c	Clientela
Ca	Contribuintes que recebem acima de 1 SM
Ce	Cessação de benefícios
ce	Taxa Bruta de Cessação
Co	Concessões de benefícios
co	Taxa de concessão de benefício
$Contr$	População Contribuinte
$Cresc$	Crescimento Anual de Taxa
Csm	Contribuintes que recebem 1 SM
Fa	Fator de Ajuste da Mortalidade
Fe	Fluxo de entrantes (quantidade de concessões)

<i>H</i>	Homens
<i>i</i>	Idade
<i>Loas</i>	Lei Orgânica da Assistência Social
<i>LoasDef</i>	BPC/Loas da Pessoa com Deficiência
<i>LoasIdo</i>	BPC/Loas do Idoso
<i>M</i>	Mulheres
<i>Mo</i>	Mortalidade
<i>n</i>	Quantidade média de parcelas pagas anualmente do benefício
<i>Ocup</i>	População Ocupada
<i>P</i>	População
<i>Pa</i>	Pensões Tipo A (anteriores à Lei nº 13.135/2015)
<i>Part</i>	Participação no mercado de trabalho
<i>Pb</i>	Pensões Tipo B (a partir da Lei nº 13.135/2015)
<i>PensTot</i>	Pensões por Morte Totais (Tipo A + Tipo B)
<i>PEA</i>	População Economicamente Ativa
<i>PIB</i>	Produto Interno Bruto
<i>Piso</i>	Piso Previdenciário
<i>Pr</i>	Preço
<i>Q</i>	Quantidade de benefícios
<i>R</i>	Clientela Rural
Rec	Receitas previdenciárias
<i>RmvIda</i>	Renda Mensal Vitalícia (RMV) — Idade
<i>RmvInv</i>	Renda Mensal Vitalícia (RMV) — Invalidez
<i>s</i>	Sexo
<i>SalMat</i>	Salário-Maternidade
<i>Se</i>	Segurados Especiais Rurais (Agricultura Familiar)
<i>SM</i>	Salário Mínimo
<i>Sp</i>	Potenciais Segurados Especiais Rurais
<i>t</i>	Tempo (ano)
<i>TC</i>	Tempo de contribuição
<i>U</i>	Clientela Urbana
<i>Ua</i>	Clientela Urbana que recebe o Piso Previdenciário
<i>Up</i>	Clientela Urbana que recebe Acima do Piso Previdenciário
<i>Val</i>	Valor
<i>ValEs</i>	Estoque de Valor
<i>W</i>	Massa Salarial
