


Justiça atuarial nos cálculos previdenciários: aplicação de um modelo multidecremental para comparação da regra do fator previdenciário e da idade mínima

André Luiz Lemos Andrade Gouveia¹

 <https://orcid.org/0000-0002-6976-1532>
E-mail: andre.gouveia@pmm.am.gov.br

Filipe Costa de Souza²

 <https://orcid.org/0000-0001-9903-5403>
E-mail: filipe.costas@ufpe.br

Leandro Chaves Rêgo³

 <https://orcid.org/0000-0002-4091-024X>
E-mail: leandro@dema.ufc.br

¹Manaus Previdência, Manaus, AM, Brasil

²Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais, Recife, PE, Brasil

³Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Estatística e Matemática Aplicada, Fortaleza, CE, Brasil

Recebido em 27.04.2017 – Desk aceite em 23.06.2017 – 3ª versão aprovada em 27.11.2017 – Ahead of print em 28.06.2018
Editor Associado: Luís Eduardo Afonso

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi comparar as alíquotas previdenciárias atuarialmente justas para o Regime Geral de Previdência Social, tendo como base as regras do fator previdenciário e da proposta de idade mínima, presente na Proposta de Emenda à Constituição n. 287/2016. As mudanças demográficas ocorridas no Brasil nos últimos anos chamam a atenção para a questão da sustentabilidade do sistema previdenciário nacional, e aprovar a reforma previdenciária tem sido prioridade do governo. Logo, é indiscutível a necessidade de um estudo atuarial que viesse calcular alíquotas atuarialmente justas e comparar o atual cenário com as propostas de reforma. Utilizaram-se modelos atuariais com múltiplos decrementos para o cálculo das alíquotas justas, considerando uma família padrão [funcionário(a) de 25 anos, cônjuge e dois filhos], sendo o homem três anos mais velho que a mulher. Adotaram-se como premissas biométricas as tábuas IBGE 2015 – Extrapolada (mortalidade) e Álvaro Vindas (invalidez), a taxa real de crescimento salarial de 2% a.a. e a taxa real de juros de 3% a.a. Concluiu-se que, pela regra do fator previdenciário, as alíquotas vigentes são insuficientes para cobertura dos benefícios previdenciários, uma vez que as alíquotas atuarialmente justas são 30,69% e 35,27% para homens e mulheres, respectivamente. Contudo, caso a reforma da Previdência fosse aprovada em seu texto original, os percentuais justos seriam reduzidos para 22,25%, e 21,60%, respectivamente. Além da idade mínima, grande parte dessa redução deve-se às regras propostas para cálculo da pensão, que admitem valor abaixo do salário mínimo.

Palavras-chave: Previdência Social, RGPS, reforma previdenciária, justiça atuarial, múltiplos decrementos.

Endereço para correspondência

André Luiz Lemos Andrade Gouveia

Manaus Previdência
Avenida Constantino Nery, 2480 – CEP: 69050-001
Chapada – Manaus – AM – Brasil



1. INTRODUÇÃO

Em 5 de dezembro de 2016, o chefe do Executivo enviou à Câmara dos Deputados a Proposta de Emenda à Constituição (PEC) n. 287 (Brasil, 2016), que visa a dispor sobre a seguridade social, estabelecer regras de transição e dar outras providências, com a justificativa de que tais mudanças são necessárias para o ajuste fiscal do Brasil. Essa proposta de reforma é embasada pelas mudanças demográficas ocorridas no País nos últimos anos e na pressão que elas têm exercido na solvência do sistema previdenciário brasileiro, e tem como ponto chave a adoção de uma idade mínima progressiva de aposentadoria (Lima & Matias-Pereira, 2014).

Meneu, Devesa, Devesa, Dominguez e Encinas (2016) destacam que tem se tornado uma tendência nas reformas dos sistemas previdenciários a introdução de mecanismos de ajustes automáticos que possam responder à mudança em variáveis (em particular demográficas) que afetem a sustentabilidade dos regimes de previdência. Ainda segundo os autores, esses mecanismos automáticos nada mais são do que instrumentos normativos que regulam o valor de certos parâmetros de acordo com a variação de indicadores pré-definidos, visando à manutenção da solvência do regime previdenciário, sem necessidade de novas reformas. Dentre os mecanismos de ajustes automáticos, destacam-se os fatores de redução (como o fator previdenciário) que alteram o valor dos benefícios de aposentadoria de acordo com variações de algum indicador demográfico (em particular, a expectativa de vida) e aqueles que associam a idade de aposentadoria à expectativa de vida (como no caso da adoção de idade mínima progressiva de aposentadoria).

No Brasil, conforme o artigo 194 da Constituição Federal de 1988 (CF/88) (Brasil, 1988), a seguridade social é composta por três ações de iniciativa do poder público: Saúde, Assistência Social e Previdência Social, cuja forma de financiamento é definida no artigo 195 da CF/88. No tocante à Previdência, ela é dividida em três pilares: o Regime Geral de Previdência Social (RGPS), de filiação obrigatória para os trabalhadores brasileiros regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho e que têm as coberturas previdenciárias garantidas pelo governo federal operadas pelo Instituto Nacional do Seguro Social (INSS), que cobra dos empregados e empregadores contribuições mensais para que essa assistência seja garantida; o Regime Próprio de Previdência Social (RPPS), também de filiação obrigatória para servidores

públicos titulares de cargos efetivos (seja da União, estado, Distrito Federal ou município); e o Regime de Previdência Complementar (RPC), de caráter facultativo, que pode ser operado por entidades abertas ou fechadas de previdência complementar.

Diante do cenário de incerteza promovido por uma reforma previdenciária, o trabalhador pode se indagar se as contribuições realizadas em seu favor ao longo da vida ativa – para que ele tenha direito a esse amparo previdenciário – são cobradas de maneira atuarialmente justa. Entende-se como um valor atuarialmente justo aquele em que as contribuições esperadas são iguais aos benefícios esperados (Afonso & Freire, 2015; Landes, 2014). Nesse espírito, baseado no princípio do mutualismo, o trabalhador imaginar-se-ia em um regime de capitalização e compararia os custos esperados necessários para ter direito aos possíveis benefícios previdenciários com as atuais alíquotas cobradas pelo Estado [para mais discussões sobre o conceito de justiça atuarial, ver Quessier e Whitehouse (2006)].

Nesse contexto, e tendo foco no RGPS, o objetivo central deste artigo é comparar as alíquotas previdenciárias atuarialmente justas, tendo como base a atual regra do fator previdenciário e a proposta da idade mínima de aposentadoria [exposta no texto original da PEC n. 287/2016 (Brasil, 2016)], utilizando-se de um modelo atuarial multidecremental que contempla, para ambas as regras, a aposentadoria programada e por invalidez e suas reversões em pensão, além da pensão decorrente da morte de um funcionário em atividade.

Neste momento, convém destacar que: primeiro, no que tange a aposentadoria programada, é considerado, por simplicidade, que o indivíduo aposenta-se assim que se torna elegível; segundo, para fim de modelagem, aspectos ligados à regra 85/95 progressiva não serão discutidos, uma vez que, com o passar do tempo, dado os parâmetros adotados neste estudo, o indivíduo se tornaria elegível primeiramente pela regra do fator previdenciário.

Este estudo contribui para a literatura por dois fatores centrais: primeiro, os modelos existentes na literatura brasileira para o cálculo de alíquotas previdenciárias atuarialmente justas, como, por exemplo, Giambiagi e Afonso (2009), Afonso e Lima (2011), Penafieri e Afonso (2013) e Afonso e Freira (2015), são modelos puramente financeiros ou modelos atuariais unidecrementais e, portanto, acabam por omitir benefícios

como aposentadorias por invalidez, entre outros benefícios. Como resultados, tais estudos tendem a subestimar o valor das alíquotas justas. Assim, o uso de modelos multidecrementais permite o cálculo mais acurado das alíquotas previdenciárias. Segundo, ao comparar a regra do fator previdenciário com a da idade mínima de aposentadoria, o estudo permite verificar potenciais impactos da reforma, fomentando o presente debate sobre a Previdência brasileira e o emprego de mecanismos de ajuste automático pela legislação.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Trabalhos Relacionados

Na literatura nacional, o trabalho de Giambiagi e Afonso (2009) é um dos pioneiros no cálculo de alíquotas previdenciárias equilibradas. Nesse estudo, desenvolveu-se um modelo financeiro para o cálculo do percentual de contribuição equilibrado – isto é, que iguala o fluxo de contribuição ao fluxo de benefícios – para um benefício de aposentadoria programada por tempo de contribuição (ATC). Como principal resultado, os autores obtiveram alíquotas de contribuição previdenciária na ordem de 25% para homens e 27% para mulheres, o que os levou à conclusão de que os percentuais vigentes (entre 28% e 31%) eram excessivos.

Em estudo posterior, Afonso e Lima (2011) revisitam o modelo financeiro de Giambiagi e Afonso (2009), incorporando as probabilidades de morte na análise, de modo a torná-lo um modelo atuarial. Apesar da inovação proposta, esse estudo apresentou resultados semelhantes ao seu antecessor, além de algumas limitações de modelagem, como o uso de tábuas de mortalidade abreviadas para idades maiores do que ou iguais a 80 anos, o que permite espaço para aprimoramentos.

Penafieri e Afonso (2013) mudaram o foco da análise e investigaram se o fator previdenciário era atuarialmente justo a partir do modelo financeiro de Giambiagi e Afonso (2009). Os pesquisadores concluíram que, para aposentadorias antecipadas, o fator previdenciário tendia a reduzir os benefícios de aposentadoria mais do que o necessário para igualar o fluxo de contribuição ao de benefícios. Para o caso de aposentadorias postergadas, o resultado era inverso. Logo, em linhas gerais, o fator não era atuarialmente justo. Outro relevante achado do estudo foi o subsídio previdenciário

Para alcançar a meta traçada, o restante do texto segue organizado em mais cinco seções. Na seção 2, são discutidos os trabalhos relacionados e a legislação inerente ao tema. Na seção 3, são apresentados as premissas e os modelos adotados para o cálculo das alíquotas previdenciárias atuarialmente justas. Na seção 4, são expostos os principais resultados do estudo e, na seção 5, é realizada a análise de sensibilidade dos parâmetros do modelo. Por fim, na seção 6, são apresentadas as conclusões do trabalho.

para as mulheres em detrimento dos homens, dado os benefícios que elas recebem no cálculo do fator previdenciário.

Mais recentemente, Afonso e Freire (2015) expandiram o modelo atuarial de Afonso e Lima (2011), aprimorando os procedimentos metodológicos e incorporando o benefício de pensão por morte de ATC. Com a inclusão desse benefício nos procedimentos matemáticos, os autores verificaram que, para um casal com dois filhos, as alíquotas justas superavam os 30%, na maioria dos casos, e o fator preponderante para a elevação desse percentual era a diferença de idade entre o casal.

Os artigos citados revelam a evolução dos estudos nacionais sobre alíquotas previdenciárias e justiça atuarial, indicando também uma escassez de pesquisa na área. Entretanto, mesmo com os avanços do modelo financeiro de Giambiagi e Afonso (2009) para o modelo atuarial de Afonso e Freire (2015), que também incorpora o benefício de pensão por morte, a literatura nacional ainda é carente de modelos atuariais multidecrementais capazes de modelar outros benefícios, como a aposentadoria por invalidez e pensão por morte de inválidos. Logo, as alíquotas encontradas em estudos anteriores estão subestimadas, por omitirem os benefícios citados e, portanto, devem ser interpretadas com as devidas ressalvas.

Fontoura, Cardoso, Rocha, Capelo e Câmara (2006) e Oliveira, Beltrão e Maniero (1997) apresentaram os principais trabalhos atuariais sobre o cálculo de alíquotas de contribuição previdenciária em ambiente multidecremental. O primeiro está nitidamente defasado e necessita de ajustes no modelo para acompanhar as mudanças na legislação, enquanto o segundo se dedica ao RPPS e também necessita de atualizações. Mais recen-

temente, o trabalho de Corrêa, Queiroz e Ribeiro (2014) empregou um modelo atuarial multidecremental para estudar como a solvência de um RPPS municipal é afetada pela variabilidade de eventos demográficos. Apesar da relevância, tal artigo não tem como objetivo central discutir alíquotas justas. Logo, esses fatos só fazem ressaltar a relevância deste estudo.

Com relação à literatura internacional, podem ser destacados alguns estudos sobre justiça atuarial no contexto previdenciário. Ginn (2004) discorre sobre a relação entre justiça atuarial e justiça social, tendo como foco central dessa discussão a tradicional diferença no curso de vida seguido por homens e mulheres. Belloni e Maccheroni (2013) estudaram o processo de transição do sistema previdenciário italiano de um modelo de benefícios definidos (BD) para um de contribuições definidas (CD). Segundo os autores, a maioria dos trabalhadores que ainda teria direito de se aposentar pelo sistema BD iria receber benefícios maiores do que os atuarialmente justos, indicando a generosidade vivida no sistema italiano. Contudo, tal mudança no sistema poderia levar a uma redução demasiada da generosidade, fazendo com que os benefícios fossem menores do que os atuarialmente justos.

Heiland e Yin (2014) avaliaram os mecanismos de ajuste atuarial dos benefícios presentes no sistema de seguridade social americano para os trabalhadores que se aposentam em idades diferentes da idade plena de aposentadoria definida pelo sistema. Como conclusão, os autores constataram que os mecanismos de ajuste atuarial melhoraram com o passar do tempo, sendo, atualmente, os desvios dos benefícios justos de menos de 1%.

2.2 Previdência no Brasil: o Cenário Atual e a PEC 287/2016

Atualmente, os segurados do RGPS aposentam-se voluntariamente por ATC, conforme redação dada pela Emenda Constitucional n. 20/1998 (Brasil, 1998), ao completar 35 de contribuição, se homem, e 30 anos de contribuição, se mulher. De acordo com a Lei n. 8.213/1991 (Brasil, 1991b), o valor do benefício mensal corresponde à média aritmética simples dos maiores salários de contribuição que correspondem a 80% de todo período contributivo (M), contado a partir de julho de

1994, multiplicado pelo fator previdenciário (f), que é, conforme a Lei n. 9.876/1999 (Brasil, 1999), dado por:

$$f = \frac{T_c \cdot a}{E_s} \times \left[1 + \frac{(I_d + T_c \cdot a)}{100} \right]. \quad \boxed{1}$$

Em sua fórmula, o fator previdenciário agrega os seguintes fatores: idade no momento da aposentadoria (I_d), tempo de contribuição até o momento da aposentadoria (T_c), expectativa de sobrevivência na data da aposentadoria (E_s), considerando a tábua biométrica de ambos os sexos, além da alíquota de contribuição (a) fixada em 0,31.

Campos e Souza (2016) lembram que uma maneira de inibir os efeitos do f foi por meio da implementação, pela Lei n. 13.183/2015 (Brasil, 2013c), que versa sobre a regra 85/95 progressiva. Essa regra é optativa e pode ser escolhida pelos trabalhadores caso a soma da idade no momento da aposentadoria e o tempo de contribuição seja 85 e 95 anos, para mulher e homem, respectivamente, desde que haja o tempo mínimo de contribuição de 30 anos, para sexo feminino, e 35 para sexo masculino. Esses valores são progressivos e chegarão em 90 e 100 anos até 2026. Em Campos e Souza (2016) pode-se ver tal progressão detalhadamente.

Ainda pela Lei n. 8.213/1991 (Brasil, 1991b), ficou determinado o benefício de aposentadoria por invalidez, que é pago às pessoas que devido a acidente ou enfermidade fiquem impossibilitadas de trabalhar, salvo o caso previsto no artigo 43 da Lei n. 8.213/1991 (Brasil, 1991b). O benefício mensal dessa aposentadoria corresponde à M .

Por fim, ainda com base na lei supracitada, há também o benefício de pensão por morte, que será dado aos dependentes do empregado em caso de seu falecimento. O valor do benefício corresponde a 100% do valor da aposentadoria do segurado ou do benefício que receberia caso estivesse aposentado por invalidez na data do falecimento. No que tange o período de recebimento da pensão, sabe-se que os filhos têm a pensão cessada aos 21 anos, conforme inciso I do artigo 16 da Lei n. 8.213/1991 (Brasil, 1991b), enquanto para o cônjuge o tempo de fruição do benefício segue conforme a Lei n. 13.135/2015 (Brasil, 2015a), resumida na Tabela 1.

Tabela 1*Duração do benefício de pensão por morte para o cônjuge*

Período de recebimento (anos)	Idade do cônjuge (anos)
3	< 21
6	21-26
10	27-29
15	30-40
20	41-43
Vitalício	A partir de 44

Fonte: Lei n. 13.135/2015 (Brasil, 2015a).

No tocante à proposta original da reforma, segundo o artigo 1º da PEC n. 287/2016 (Brasil, 2016), que altera, dentre outros pontos, o artigo 201 da CF/88, o benefício de ATC corresponderá a um percentual fixo de 51% acrescido de um ponto percentual para cada ano contribuído, da média aritmética simples de todos os salários de contribuição (M'), estando o percentual total limitado a 100%, não podendo ser inferior ao salário mínimo (SM) nem superior ao teto do RGPS (Teto). Assim, note que o f deixará de ser utilizado com as alterações propostas pela PEC n. 287/2016 (Brasil, 2016). A concessão desse benefício está condicionada a um tempo de contribuição mínimo de 25 anos e idade mí-

nima, para ambos os sexos, de 65 anos. O texto da PEC n. 287/2016 (Brasil, 2016) ainda prevê que essa idade será majorada em um ano sempre que houver aumento de um ano inteiro da expectativa de sobrevida aos 65 anos.

Vale lembrar que, para fins de contribuição, o empregador tem obrigação de contribuir em prol do seu funcionário com 20% do salário daquele, conforme inciso I do artigo 22 da Lei n. 8.212/1991 (Brasil, 1991a), e que o empregado contribui de acordo com a Tabela 2, com base na Portaria MF n. 8/2017 (Brasil, 2017), que também definiu o SM e o teto em R\$ 937,00 e R\$ 5.531,31, respectivamente.

Tabela 2*Tabela de contribuição dos segurados do Instituto Nacional do Seguro Social (INSS) a partir de 1 de janeiro de 2017*

Salário de contribuição (R\$)	Alíquota para fins de recolhimento (%)
até 1.659,38	8
de 1.659,39 até 2.765,66	9
de 2.765,67 até 5.531,31	11

Fonte: Portaria MF n. 8 de 13 de janeiro de 2017 (Brasil, 2017).

O valor do benefício de aposentadoria por invalidez (incapacidade permanente), quando decorrente exclusivamente de acidente de trabalho, será, segundo a PEC n. 287/2016 (Brasil, 2016), de 100% de M' , sendo respeitados os limites previdenciários.

A pensão por morte terá grandes modificações, caso a PEC n. 287/2016 (Brasil, 2016) seja aprovada. O valor

da renda mensal corresponderá a uma cota familiar (fixa) de 50% mais cotas individuais de 10% por dependente, até o limite de 100% de M' . O valor do benefício poderá, portanto, ser inferior a um SM. As cotas individuais cessadas não serão reversíveis aos demais beneficiários, e esse período de cessação será definido nos termos da lei.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesta seção são apresentadas as premissas atuariais que representam o arcabouço necessário para a realização do estudo, bem como os modelos atuariais multidecrementais para cálculo do valor presente esperado dos benefícios (a saber: aposentadoria programada, pensão

por morte de ativo, pensão por morte de inativo por aposentadoria programada, aposentadoria por invalidez e pensão por morte de inválido) e o modelo da contribuição previdenciária atuarialmente justa. Os modelos são definidos com base nos aspectos legais discuti-

dos na seção 2.2. Ademais, sempre que possível, o trabalho buscou utilizar a notação atuarial padrão (Bowers, Gerber, Hickman, Jones & Nesbitt, 1997).

3.1 Premissas Atuariais

Esta subseção apresenta as principais premissas adotadas neste estudo. Elas visam a retratar a realidade brasileira e são baseadas em estudos anteriores, aspectos legais, e tentam manter um caráter conservador da análise. Nesse espírito, as premissas adotadas são:

- **Composição familiar:** segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013) e Rodrigues e Afonso (2015), é assumida uma família padrão composta por um casal (homem e mulher) e dois filhos (sem distinção de sexo). Ademais, consoante o IBGE (2015), o marido será três anos mais velho do que a esposa. Por fim, com base em argumentos expostos em *Saúde Brasil 2014: uma análise da situação da Saúde e das causas externas* (Brasil, 2015b), admite-se que a mulher terá o primeiro filho aos 30 anos e o segundo aos 32.
- **Idade de entrada no mercado de trabalho:** o trabalhador, seja do sexo masculino ou feminino, começa a trabalhar aos 25 anos, com intenção de minorar efeitos da premissa de rotatividade que não será abordada neste trabalho. Portanto, como realizado em estudos como o de Giambiagi e Afonso (2009), entre outros, admite-se uma densidade de contribuição de 100%, ou seja, não há períodos de interrupção do trabalho provocados por demissão ou outros fatores.
- **Fatores econômicos:** a taxa real de juros será de 3% ao ano (a.a.) e a taxa real de crescimento salarial será de 2% a.a., conforme Afonso e Freire (2015). Para finalizar a abordagem acerca dos aspectos econômicos, será adotada a taxa real de crescimento de benefícios de 0%, em conformidade à constatação de Rocha (2015), de que os reajustes dos benefícios dos aposentados e pensionistas do RGPS, entre 2004 e 2015, não representaram ganho real.
- **Fatores demográficos:** será empregada, para mortalidade de válidos e inválidos, a tábua IBGE 2015 – Extrapolada (segregada por sexo para válidos e ambos os sexos para inválidos e filhos). Para entrada em invalidez, que será vista como evento irreversível, a tábua escolhida será a Álvaro Vindas.

3.2 Modelos Atuariais

Como dito, os modelos desenvolvidos neste estudo são multidecrementais que, conforme Dickson, Hardy e Waters (2013), caracterizam-se pela existência de um estado inicial (comum a todos os indivíduos) e múltiplos estados de saída, com possibilidade de transição a partir do momento inicial. Ademais, após a saída do indivíduo do estado inicial para algum estado de saída, não é permitida a reentrada no estado inicial ou qualquer outra transição de estado. No contexto previdenciário, por exemplo, esses múltiplos decrementos indicam as razões pelas quais um trabalhador ativo pode deixar a vida ativa, dos quais é possível destacar: morte, invalidez, aposentadoria, entre outros.

Esses fatores são incorporados no modelo atuarial por meio de taxas de mortalidade de válidos, entrada em invalidez etc., extraídas das respectivas tábuas biométricas. Contudo, de acordo com Winklevoss (1993), as tábuas biométricas, da maneira como são criadas, abrangem somente o respectivo decremento a que fazem referência, de modo que necessitariam de ajustes para serem empregadas em ambientes multidecrementais. Nesse caso, é preciso converter as taxas (chance de o decremento ocorrer ao longo do ano) em probabilidades (chance de esse decremento ter ocorrido antes dos outros decrementos ao longo do referido ano). Essa conversão resulta na construção das tábuas de serviço.

Neste artigo, abordaram-se os decrementos de morte (m) e invalidez (d). Seja $q_x^{(m)}$ a taxa de mortalidade para um indivíduo ativo de idade x extraída de uma tábua de mortalidade e seja $q_x^{(d)}$ a taxa de entrada em invalidez de um indivíduo também de idade x . Então, segundo Promislow (2011), assumindo as tradicionais hipóteses de independência e distribuição uniforme dos decrementos ao longo do ano no modelo unidecremental, as probabilidades de morte e invalidez para uma pessoa de idade x em um ambiente multidecremental serão, respectivamente

$$q_x^{(m)} = q_x^{(m)} - \frac{1}{2} \left(q_x^{(m)} q_x^{(d)} \right), \quad \boxed{2}$$

$$q_x^{(d)} = q_x^{(d)} - \frac{1}{2} \left(q_x^{(m)} q_x^{(d)} \right). \quad \boxed{3}$$

Além disso, a probabilidade de uma pessoa de idade x ativa alcançar a idade $x + 1$ ainda ativa é dada por:

$$p_x^{(\tau)} = \left(1 - q_x^{(m)} \right) \left(1 - q_x^{(d)} \right). \quad \boxed{4}$$

Outros importantes elementos na construção dos modelos a serem apresentados nas seções subsequentes, em particular na composição dos fluxos de benefícios, referem-se às rendas aleatórias. Seja $v = 1/(1 + i)$, em que i é a taxa anual de juros real de mercado, então o valor presente esperado de uma renda aleatória unitária, constante, com periodicidade anual, antecipada, imediata e vitalícia é dado por:

$$\ddot{a}_x = \sum_{t=0}^{\infty} v^t \cdot {}_t p_x^{(m)}, \quad \boxed{5}$$

em que ${}_t p_x^{(m)}$ é probabilidade de uma pessoa de idade x , em um ambiente unidcremental, alcançar com vida a idade $x + t$. Para rendas de caráter temporário, são realizados apenas ajustes de notação e no limite superior do somatório. Optou-se por utilizar as anuidades com pagamento anual em vez do fracionado, por questões de simplicidade.

Nas próximas seis subseções estão apresentados os modelos atuariais para o cálculo da alíquota atuarialmente justa. Conforme o texto original da PEC n. 287/2016 (Brasil, 2016), as pensões para o cônjuge e os filhos irão cessar em conformidade a uma lei que ainda será publicada. Logo, como essa lei ainda não é de conhecimento público, os procedimentos técnicos para as pensões, no que tange o período de fruição de benefício, estão embasados na legislação atual: Lei n. 13.135/2015 (Brasil, 2015a), para os cônjuges, e Lei n. 8.213/1991 (Brasil, 1991b), para os filhos.

3.2.1 Aposentadoria programada.

Tomando-se como base as regras de ATC em concordância à PEC n. 287/16 (Brasil, 2016) que compõe o rol dos benefícios programáveis, considere e como a idade de entrada no mercado de trabalho e r o tempo de contribuição. Desse modo, o valor da renda mensal do segurado é encontrado pela expressão $\max\{\min[(0,51 + 0,01r)M', M', Teto], SM\}$, em que $Teto$ é o valor máximo a ser pago pelo RGPS e SM é salário mínimo, sendo ${}_r p_e^{(\tau)}$ a probabilidade de um indivíduo ativo de idade e permanecer nessa condição até a idade $e + r$, idade na qual se aposentaria, e sendo A_p 13 vezes a renda mensal (12 meses mais o 13º salário

previsto no inciso VIII do artigo 6º da CF/88). Portanto, o valor presente dos benefícios futuros (VPBF) para aposentadoria voluntária pela regra da idade mínima é:

$$VPBF^{(r)} = {}_r p_e^{(\tau)} \cdot v^r \cdot A_p \cdot \ddot{a}_{e+r}. \quad \boxed{6}$$

Para a fórmula do $VPBF^{(r)}$ com base na regra do fator previdenciário, a diferença seria somente na renda mensal, que corresponderia a $\max[\min(Mf, Teto), SM]$.

3.2.2 Aposentadoria por invalidez (incapacidade permanente).

Este é o segundo caso de aposentadoria e se dá ao acontecer o evento de invalidez. Ele compõe a lista dos benefícios de risco e seu valor mensal será, respeitando os limites previdenciários, M' . Portanto, o benefício anual de aposentadoria por invalidez, $A_i^{(k)}$, é 13 vezes M' (12 meses mais o 13º salário). Nesse caso, o indivíduo encontra-se elegível a receber esse tipo de aposentadoria desde o primeiro dia de trabalho, isto é, o fluxo de recebimentos vitalícios pode começar em qualquer idade entre e e $e + r - 1$, porque em $e + r$ o participante receberia uma renda devido a uma ATC. O primeiro passo para a modelagem é aplicar ${}_k p_e^{(\tau)}$, a probabilidade de uma pessoa ativa de idade e superar todos os decrementos e chegar nessa mesma condição k anos depois, seguido de $q_{e+k}^{(d)}$, a probabilidade de uma pessoa de $e + k$ anos invalidar-se ao longo dessa idade. Isso é necessário, pois a pessoa só terá direito ao benefício se sair da condição ativa para a inválida no decorrer de um determinado ano, e tal evento só pode acontecer se o indivíduo estiver ativo no começo desse ano. Feito isto, deve-se considerar a renda anual $A_i^{(k)}$ e a anuidade devida, \ddot{a}_{e+k+1}^i , cuja diferença em relação à \ddot{a}_x dá-se na probabilidade a ser incorporada, que será ${}_e p_{e+k+1}^{(i)}$, isto é, probabilidade de uma pessoa inválida de idade $e + k + 1$ chegar ao próximo ano viva. Vale lembrar que a $A_i^{(k)}$ terá valores diferentes para cada idade, já que o cálculo é feito com base na média de todos os salários de contribuição até aquele momento. O VPBF para aposentadoria por invalidez é:

$$VPBF^{(d)} = \sum_{k=0}^{r-1} {}_k p_e^{(\tau)} \cdot q_{e+k}^{(d)} \cdot v^{k+1} \cdot A_i^{(k)} \cdot \ddot{a}_{e+k+1}^i. \quad \boxed{7}$$

O $VPBF^{(d)}$ embasado na Lei n. 8.213/1991 (Brasil, 1991b) teria mudança somente na renda mensal, que seria M .

3.2.3 Pensão por morte de ativo.

A pensão por morte de trabalhador ativo é o outro tipo de benefício de risco. Conforme a legislação vigente, o valor da renda mensal para esse caso será aquele que o funcionário receberia caso fosse aposentar-se por invalidez na data da morte, M' , e poderá ser concedida em qualquer idade de e até o fim de $e + r - 1$, pois a partir de $e + r$, o trabalhador estará aposentado e a pensão por morte de ativo não caberá mais nesse contexto. O valor por ano dessa pensão, que pode ser inferior a um SM , é $P_m^{(x)} = 13 \cdot M' \cdot Cota^{(x)}$, com finalidade de atender à proposta da PEC n. 287/2016 (Brasil, 2016) referente às cotas de reversão em pensão. Para este artigo, o valor da $Cota^{(x)}$ pode ser 60%, 70%

ou 80%, a depender da composição familiar no momento.

Sabendo que e é a idade de entrada no mercado de trabalho, assuma, conforme Winklevoss (1993, p. 117-118), que u é a diferença entre as idades do funcionário e do cônjuge. Nessa lógica, y e z são valores que, adicionados à idade do participante, representam as idades dos seus dois filhos. Nos cenários em que não há filhos ou quando eles completarem 21 anos, as respectivas anuidades serão 0, pois a pensão será cessada. Em concordância às alterações da Lei n. 13.135/2015 (Brasil, 2015a), as anuidades que caracterizam o fluxo de pagamentos ao cônjuge variam a depender da sua idade. Sendo assim, para atender a tais mudanças, implementou-se uma função auxiliar ($PUP_{e+x}^{(m)}$) representada pelo máximo entre as anuidades do cônjuge e dos filhos. Tal aproximação foi adotada por simplicidade, para evitar o uso de diversas anuidades aleatórias sobre múltiplas vidas. Portanto:

$$PUP_{e+x}^{(m)} = \max \left[\ddot{a}_{e+x+u+1:\alpha}; \ddot{a}_{e+x+y+1:21-(e+x+y+1)}; \ddot{a}_{e+x+z+1:21-(e+x+z+1)} \right], \tag{8}$$

em que $\alpha = 3$, para $e + x + u < 21$, $\alpha = 6$, para $21 \leq e + x + u \leq 26$, $\alpha = 10$, para $27 \leq e + x + u \leq 29$, $\alpha = 15$, para $30 \leq e + x + u \leq 40$ e $\alpha = 20$, para $40 \leq e + x + u \leq 43$.

Para $e + x + u > 43$:

$$PUP_{e+x}^{(m)} = \max \left[\ddot{a}_{e+x+u+1}; \ddot{a}_{e+x+y+1:21-(e+x+y+1)}; \ddot{a}_{e+x+z+1:21-(e+x+z+1)} \right]. \tag{9}$$

Para a modelagem do problema, deve-se considerar ${}_x p_e^{(\tau)}$ e $q_{e+x}^{(m)}$, a probabilidade de uma pessoa de idade e superar todos os decrementos e chegar à mesma condição x anos depois, e a probabilidade de uma pessoa ativa de idade $e + x$ vir a falecer ao longo do ano, respectivamente. A pensão só será paga em caso de morte do trabalhador, e esse evento só pode acontecer se o in-

divíduo estiver ativo no começo do ano. Após isso, incide o fator de desconto financeiro, função auxiliar que representa a anuidade unitária devida para cada situação e o valor da pensão no respectivo período. Portanto, aplicando essa ideia em uma sucessão de idades, o VPBF para pensão por morte de ativo é:

$$VPBF^{(m)} = \sum_{x=0}^{r-1} {}_x p_e^{(\tau)} \cdot q_{e+x}^{(m)} \cdot v^{x+1} \cdot PUP_{e+x}^{(m)} \cdot P_m^{(x)}. \tag{10}$$

Vale lembrar que o valor de pensão, $P_m^{(x)}$, será diferente para cada parcela do somatório, já que tal valor é definido com base na média das remunerações de julho de 1994 até a data correspondente e na cota. É importante frisar que, em atenção à legislação vigente, a expressão do benefício anual seria $13M$.

3.2.4 Pensão por morte de inativo por aposentadoria programada.

A pensão por morte de aposentado programado, por sua vez, só pode começar a ser paga, em qualquer idade, a contar de $e + r$, já que somente a partir dessa idade

um dependente terá direito a esse tipo pensão. De acordo com a proposta da reforma da Previdência, a renda mensal da pensão corresponde à aposentadoria que deu origem à pensão multiplicada por essa cota; logo, o valor anual é representado por

$$PUP_{e+s}^{(ap)} = \max \left[\ddot{a}_{e+s+u+1:\beta}; \ddot{a}_{e+s+y+1:\overline{21-(e+s+y+1)}}; \ddot{a}_{e+s+z+1:\overline{21-(e+s+z+1)}} \right], \quad [11]$$

em que $\beta = 3$, para $e + s + u < 21$, $\beta = 6$, para $21 \leq e + s + u \leq 26$, $\beta = 10$, para $27 \leq e + s + u \leq 29$, $\beta = 15$, para $30 \leq e + s + u \leq 40$, e $\beta = 20$, para $40 \leq e + s + u \leq 43$.

Para $e + s + u > 43$:

$$PUP_{e+s}^{(ap)} = \max \left[\ddot{a}_{e+s+u+1}; \ddot{a}_{e+s+y+1:\overline{21-(e+s+y+1)}}; \ddot{a}_{e+s+z+1:\overline{21-(e+s+z+1)}} \right]. \quad [12]$$

O modelo é basicamente igual ao da pensão por morte de ativo, com a diferença de que o somatório começa de r e vai até a idade extrema da tábua, devido ao tipo de pensão e a probabilidade atrelada, $q_{e+s}^{(m)}$, que será

$$VPBF^{(ap)} = \sum_{s=r}^{\omega-e-1} s p_e^{(\tau)} \cdot q_{e+s}^{(m)} \cdot v^{s+1} \cdot PUP_{e+s}^{(ap)} \cdot P_{ap}^{(s)}. \quad [13]$$

Em referência à legislação atual, que admite reversão do benefício de pensão para os outros dependentes quando há cessação para algum beneficiário, a expressão do valor da pensão anual, correspondente a $13Mf$, viria antes do somatório de $VPBF^{(ap)}$.

3.2.5 Pensão por morte de inativo por aposentadoria por invalidez.

Para finalizar as abordagens no que tange os benefícios previdenciários, temos a pensão por morte de aposentado por invalidez. O pensionista receberá, mensalmente,

$$PUP_{e+q}^{(i)} = \max \left[\ddot{a}_{e+q+u+1:\gamma}; \ddot{a}_{e+q+y+1:\overline{21-(e+q+y+1)}}; \ddot{a}_{e+q+z+1:\overline{21-(e+q+z+1)}} \right], \quad [14]$$

em que $\gamma = 3$, para $e + q + u < 21$, $\gamma = 6$, para $21 \leq e + q + u \leq 26$; $\gamma = 10$, para $27 \leq e + q + u \leq 29$, $\gamma = 15$, para $30 \leq e + q + u \leq 40$ e $\gamma = 20$, para $40 \leq e + q + u \leq 43$.

Para $e + q + u > 43$:

$$PUP_{e+q}^{(i)} = \max \left[\ddot{a}_{e+q+u+1}; \ddot{a}_{e+q+y+1:\overline{21-(e+q+y+1)}}; \ddot{a}_{e+q+z+1:\overline{21-(e+q+z+1)}} \right]. \quad [15]$$

A expressão do VPBF de pensão por morte de inativo por invalidez ($VPBF^{(i)}$) é um pouco mais complexa do que as anteriores, pois requer o acontecimento de dois eventos para que a pensão seja paga. O primeiro

$P_{ap}^{(s)} = 13.M'.Cota^{(s)}$. Deve-se também implementar uma função auxiliar, $PUP_{e+s}^{(ap)}$, cuja definição e aplicação são análogas ao caso da seção Pensão por morte de ativo. Essa justificativa também se aplica para definição de u , y e z . Em vista disso:

a da própria tábua biométrica (taxa), pois a partir da data da aposentadoria o indivíduo só estará exposto ao decréscimo da morte. O VPBF para pensão por morte de inativo por aposentadoria programada é:

mente, 100% da aposentadoria originária dessa pensão, cujo valor é M' . Portanto, a pensão anual será $P_{ai}^{(c)} = 13.M'.Cota^{(c)}$. A função auxiliar $PUP_{e+q}^{(i)}$ também está presente no modelo desse benefício, cujas anuidades referentes aos filhos serão iguais a 0 caso suas idades sejam maiores do que ou iguais a 21 anos ou se, por ventura, não houver filhos. Tomando-se u , y e z como os valores que somados à idade do participante, $e + q$, vão representar as idades do cônjuge e dos dois filhos, respectivamente, o valor do $PUP_{e+q}^{(i)}$, em concordância com a Lei n. 13.135/2015 (Brasil, 2015a):

passo é contemplar ${}_c p_e^{(\tau)}$, a probabilidade de uma pessoa de idade e estar na mesma condição c anos depois, $q_{e+c}^{(d)}$, a probabilidade de um indivíduo de idade $e + c$ vir a se invalidar ao longo do ano e o valor do benefício

anual que essa ocorrência vai gerar, $P_{ai}^{(c)}$. Estando o indivíduo na situação de inválido, a segunda ocorrência que deve acontecer para que a pensão comece a ser paga é a morte desse inválido, que é atendida por $q_{e+q}^{(i)}$, a probabilidade de uma pessoa inválida de idade $e + q$ falecer no decorrer de um ano em um ambiente unidecremental. Tal acontecimento só é possível caso o indivíduo esteja vivo no começo do ano, por isso o modelo

$$VPBF^{(i)} = \sum_{c=0}^{r-1} {}_c p_e^{(\tau)} \cdot q_{e+c}^{(d)} \cdot P_{ai}^{(c)} \cdot \sum_{q=c}^{\omega-e-1} {}_{q-c} p_{e+c}^{(i)} \cdot q_{e+q}^{(i)} \cdot v^{q+1} \cdot PUP_{e+q}^{(i)} \quad [16]$$

Vale salientar que o somatório que abrange as chances de entrada em invalidez só vai até $r - 1$ porque, a partir de $e + r$, o indivíduo não estará, para fins previdenciários, exposto à entrada em invalidez.

No que se refere à expressão matemática de $VPBF^{(i)}$, com a legislação atual, o valor da renda mensal é $13M$.

3.2.6 Alíquota de contribuição previdenciária.

As contribuições previdenciárias representam a contrapartida necessária para que um indivíduo tenha direito aos benefícios citados nas seções anteriores. Para descrever o fluxo de contribuições que o empregado e empregador farão, deve-se aplicar a alíquota de contribuição ao fluxo de salários, que cresce anualmente por meio de uma taxa real de crescimento salarial, e a taxa

contém ${}_{q-c} p_{e+c}^{(i)}$. É importante frisar que $q_{e+q}^{(i)}$ é uma estimativa proveniente de um ambiente unidecremental (taxa) e, portanto, é obtida diretamente por meio da tábua biométrica de mortalidade de inválidos. Por fim, a modelagem insere o fator de desconto financeiro v e a função auxiliar $PUP_{e+q}^{(i)}$. O VPBF para pensão por morte de inválido é:

de desconto financeiro. Porém, como esse valor só será recolhido se o funcionário estiver vivo e em atividade, é imprescindível que o modelo contenha ${}_t p_e^{(\tau)}$, a probabilidade de uma pessoa de idade e chegar ativo t anos depois, num ambiente multidecremental. Por conseguinte, o valor presente das contribuições futuras (VPCF) é:

$$VPCF = a \cdot \sum_{t=0}^{r-1} {}_t p_e^{(\tau)} \cdot v^t \cdot S_{e+t} \quad [17]$$

em que S_{e+t} é o salário anual na idade $e + t$, v é o fator de desconto financeiro e a é a alíquota atuarialmente justa encontrada ao igualar $VPCF$ com todos os $VPBF$ apresentados.

4. RESULTADOS: AS ALÍQUOTAS ATUARIALMENTE JUSTAS

Os resultados descritos na Tabela 3 foram realizados com base nas premissas elencadas na seção 3.1, considerando, ainda, que o(a) funcionário(a) recebe um SM e que vai aposentar-se a partir da elegibilidade para os dois casos, isto é, para a regra atual (regra do fator previdenciário) o homem se aposenta aos 60 anos e a mulher aos 55 anos, enquanto na regra da PEC n. 287/2016 (Brasil, 2016) (idade mínima) ambos aposentam-se aos 65 anos.

Pode-se verificar, na Tabela 3, que a alíquota pela regra atual está acima da vigente (28%). Seria necessário

um percentual de contribuição por volta de 31% e 35% em prol do homem e da mulher, respectivamente. Percebe-se que, no caso masculino, a aposentadoria programada representa 59,5% do custo total, enquanto para o sexo feminino essa parcela é de 78,2%, visto que o fluxo de benefícios, nessa ocasião, começa cinco anos antes. As alíquotas referentes às pensões são mais elevadas para o homem, pois são calculadas com base na tábua de mortalidade feminina, que apresenta uma expectativa de vida maior.

Tabela 3

Alíquotas atuarialmente justas para a regra atual e a regra da Proposta de Emenda à Constituição (PEC) n. 287/2016 (Brasil, 2016) para homem e mulher

Benefício	Homem (regra atual) (%)	Mulher (regra atual) (%)	Homem (regra da PEC) (%)	Mulher (regra da PEC) (%)
Aposentadoria programada	18,26	27,55	12,45	15,55
Pensão de aposentadoria programada	3,32	2,26	2,44	1,06
Aposentadoria por invalidez	2,20	2,52	2,65	2,72
Pensão de aposentadoria por invalidez	0,50	0,40	0,29	0,22
Pensão por morte	6,41	2,53	4,42	2,05
Total	30,69	35,27	22,25	21,60

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tendo em vista os percentuais equânimes embasados no texto original da PEC n. 287/2016 (Brasil, 2016), nota-se que ficaram abaixo do que é aplicado atualmente. Houve redução de tais valores para 22,25% para o homem e 21,60% para a mulher, o que significa um decréscimo de 27,5% para um trabalhador e 38,7% para uma trabalhadora, se comparados com os percentuais justos encontrados a partir da legislação atual. Entretanto, vale ressaltar que esses resultados possivelmente seriam majorados caso fossem considerados no modelo os auxílios doença, acidente e reclusão e os salários fa-

mília e maternidade. Por meio de uma análise mais detalhada, é possível destacar que o percentual da aposentadoria por invalidez foi o único que cresceu, para ambos os sexos, ao se comparar com as alíquotas da regra atual, pois o aumento da idade de aposentadoria programada para 65 anos implicou, também, em um maior tempo para ocorrência do evento de invalidez. Esse fato estende-se aos benefícios de pensão por morte e de aposentadoria por invalidez; contudo, as respectivas alíquotas tiveram redução devido à nova regra para cálculo da pensão.

5. DISCUSSÕES: ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Analisou-se, primeiramente, o impacto da mudança da tábua de mortalidade de válidos, premissa que vem sofrendo redução das taxas de morte ao longo do tempo. Segundo o IBGE, a expectativa de vida aos 65 anos cresceu aproximadamente 1,5 anos entre 2000 e 2015; logo, a fim de ilustrar esse crescimento, a tábua IBGE 2015 – Extrapolada, para ambos os sexos, foi desagradada em 30%. O desagradamento de uma tábua consiste em reduzir as taxas de mortalidade e, por conseguinte, aumentar as expectativas de vida (Caldart, Motta, Caetano & Bonatto, 2014). Tal procedimento é feito aplicando-se um percentual redutor sob as probabilidades (ou taxas, no ambiente multidecremental) da tábua biométrica.

Analisando a legislação atual, de acordo com a Tabela 4, as alíquotas justas vão diminuir se comparadas ao cenário padrão. A princípio, poderia parecer que o desagradamento da tábua IBGE 2015 ocasionaria aumento dos percentuais, entretanto, isso só acontece para o sexo feminino, por uma série de razões. Os benefícios relacionados à invalidez terão suas alíquotas elevadas, visto que estão em um cenário multidecre-

mental; portanto, a redução da taxa de morte de válidos gera um aumento das probabilidades de sobrevivência. A pensão por morte de um funcionário em atividade e de um aposentado programado, no entanto, estão intimamente ligadas à premissa em questão. Sendo assim, com o aumento da E_s , o funcionário tem menor probabilidade de vir a óbito e, por conseguinte, tem suas alíquotas reduzidas, já que esses benefícios de pensão só são devidos em caso de morte do trabalhador. A aposentadoria programada, por sua vez, é peculiar devido à presença do f . O desagradamento da tábua incorre em aumento da probabilidade de sobrevivência e da anuidade vitalícia. Em contrapartida, o benefício do aposentado irá diminuir, pois tem a incidência do f , que cai com o aumento da E_s . Para um trabalhador do sexo masculino, a queda do valor da aposentadoria teve mais peso do que os aumentos das probabilidades de sobreviver, portanto, a alíquota para esse benefício teve um leve crescimento. Porém, devido às consideráveis quedas dos percentuais das pensões, a alíquota total caiu para 28,75%. Para uma funcionária, o reflexo da análise é feito de maneira semelhante. Entretanto, a incidência

do f não ocasionou em redução da aposentadoria, uma vez que a funcionária já receberia um SM como benefício na situação inicial descrita na seção 4. Desse modo, o percentual justo para aposentadoria programada teve elevação para 30,11%, o que ocasionou a alíquota total de 37,16%.

Os efeitos do desagravamento com base na PEC n. 287/2016 (Brasil, 2016) nos dão uma conclusão interessante. Devido à ausência do f , a tendência era que a alíquota total para ambos os sexos se elevasse devido à re-

dução das taxas de morte. Entretanto, o desagravamento acarretou também o aumento da idade mínima de aposentadoria, de modo que as alíquotas justas foram 21,17% e 20,60% para homem e mulher, respectivamente, ou seja, não houve diferença considerável quando comparadas às da Tabela 3. Esse resultado reforça a necessidade de mecanismos de ajuste automático na legislação que respondam às mudanças demográficas, mantendo o sistema estável (Meneu et al., 2016).

Tabela 4

Alíquotas atuarialmente justas com a tábua de mortalidade de válidos desagradada em 30% para a regra atual e a regra da Proposta de Emenda à Constituição (PEC) n. 287/2016 (Brasil, 2016) para homem e mulher

Benefício	Homem (regra atual) (%)	Mulher (regra atual) (%)	Homem (regra da PEC) (%)	Mulher (regra da PEC) (%)
Aposentadoria programada	18,42	30,11	11,90	14,44
Pensão de aposentadoria programada	2,79	2,14	2,20	1,00
Aposentadoria por invalidez	2,22	2,54	3,05	3,12
Pensão de aposentadoria por invalidez	0,57	0,48	0,38	0,30
Pensão por morte	4,76	1,90	3,64	1,74
Total	28,75	37,16	21,17	20,60

Fonte: Elaborada pelos autores.

No que tange a mortalidade de inválidos, usou-se a tábua IBGE 2015 – Ambos os sexos, cuja expectativa de vida ao nascer, e_0 , é 75,5 anos. Porém, é bem verdade que uma pessoa inválida fica exposta à morte com maior probabilidade se comparada a indivíduo válido. Na tentativa de incorporar essa questão, utilizaram-se as tábuas de mortalidade de inválidos feminina e masculina construídas por Ribeiro, Reis e Barbosa (2010), cuja metodologia se embasou em modelos estatísticos bayesianos para uma população urbana. Os resultados estão na Tabela 5.

Para os quatro casos, a alíquota total caiu, ainda que sob uma quantidade irrisória. Percebe-se que as mudanças foram somente nos dois benefícios atrelados à ocorrência de morte de uma pessoa na condição de inválida. O percentual justo da aposentadoria por invalidez foi reduzido devido à diminuição do fluxo para esse benefício, visto que, com o agravamento da tábua, o indivíduo ficou mais propenso à morte. Por essa mesma razão, a alíquota da respectiva pensão teve seu valor elevado.

Tabela 5

Alíquotas atuarialmente justas com as tábuas de mortalidade de inválidos feminina e masculina de Ribeiro et al. (2010)

Benefício	Homem (regra atual) (%)	Mulher (regra atual) (%)	Homem (regra da PEC) (%)	Mulher (regra da PEC) (%)
Aposentadoria programada	18,26	27,55	12,45	15,55
Pensão de aposentadoria programada	3,32	2,26	2,44	1,06
Aposentadoria por invalidez	1,54	2,10	1,87	2,31
Pensão de aposentadoria por invalidez	0,95	0,67	0,68	0,38
Pensão por morte	6,41	2,53	4,42	2,05
Total	30,48	35,11	21,86	21,35

Fonte: Elaborada pelos autores.

Para finalizar as abordagens do âmbito biométrico, analisou-se a premissa de entrada em invalidez. Os cálculos primários consideraram a tábua Álvaro Vindas, entretanto, existe uma tábua, de autoria de Gomes, Fígoli e Ribeiro (2010), criada a partir de dados reais do RGPS, na qual as estimativas de probabilidade possivelmente representam bem o cenário brasileiro.

Considerando os moldes atuais, para um funcionário do sexo masculino com família padrão e com a nova premissa atuarial, a Tabela 6 aponta para o aumento da alíquota justa para 36,09%, isto é, 8,09% acima do praticado pelo INSS. Tal valor deve-se primordialmente

aos percentuais necessários para aposentadoria por invalidez e, conseqüentemente, sua pensão, que foram 8,78% e 2,19%, respectivamente. A tábua de Gomes et al. (2010) apresenta estimativas bastante elevadas e isso refletiu no aumento dos benefícios que estão ligados aos eventos de invalidez. Com base nas regras da PEC n. 287/2016 (Brasil, 2016), as alíquotas tiveram comportamento semelhante aos da regra atual. Houve aumento para 28,11% e 26,82% para homem e mulher, respectivamente, com destaque para o percentual da aposentadoria por invalidez, que chegou a 10,94% para o sexo masculino e 11,33% para o feminino.

Tabela 6

Alíquotas atuarialmente justas com a tábua de entrada em invalidez de Gomes et al. (2010) para a regra atual e a regra da Proposta de Emenda à Constituição (PEC) n. 287/2016 (Brasil, 2016) para homem e mulher

Benefício	Homem (regra atual) (%)	Mulher (regra atual) (%)	Homem (regra da PEC) (%)	Mulher (regra da PEC) (%)
Aposentadoria programada	15,52	25,29	9,16	11,47
Pensão de aposentadoria programada	3,42	2,31	2,57	1,12
Aposentadoria por invalidez	8,78	10,02	10,94	11,33
Pensão de aposentadoria por invalidez	2,19	1,73	1,30	0,97
Pensão por morte	6,18	2,48	4,14	1,93
Total	36,09	41,83	28,11	26,82

Fonte: Elaborada pelos autores.

Em referência à taxa real de crescimento salarial que compõe o rol das premissas econômicas, calcularam-se as alíquotas justas para uma taxa real de 1% a.a. Na Tabela 7 é possível ver os resultados dessa aplicação. Conforme esperado, nota-se que a redução da taxa

provocou redução da alíquota. Em ambos os casos, para os dois sexos, há injustiça atuarial, pois as alíquotas vigentes configuram-se como insuficientes para a legislação atual e excessivas para a PEC n. 287/2016 (Brasil, 2016).

Tabela 7

Alíquotas atuarialmente justas com a taxa real de crescimento salarial de 1% ao ano para a regra atual e a regra da Proposta de Emenda à Constituição (PEC) n. 287/2016 (Brasil, 2016) para homem e mulher

Benefício	Homem (regra atual) (%)	Mulher (regra atual) (%)	Homem (regra da PEC) (%)	Mulher (regra da PEC) (%)
Aposentadoria programada	17,28	31,38	11,84	14,84
Pensão de aposentadoria programada	3,14	2,58	2,32	1,02
Aposentadoria por invalidez	2,26	2,54	2,75	2,83
Pensão de aposentadoria por invalidez	0,50	0,40	0,30	0,23
Pensão por morte	6,46	2,56	4,54	2,12
Total	29,64	39,46	21,75	21,04

Fonte: Elaborada pelos autores.

A próxima abordagem lida com a questão da taxa real de juros. Tal premissa é de extrema importância, pois além de estar contida em todos os modelos, está diretamente ligada às questões político-econômicas do País. Logo, espera-se que uma variação dessa premissa altere significativamente os resultados. Nesse ponto,

vale ressaltar que, mesmo sendo um regime de repartição simples, o valor das alíquotas pode ser calculado como se os participantes pertencessem a um regime de capitalização, como feito nos sistemas de pensão de contribuição definida nocional. Tais esquemas vêm ganhando espaço em atuais reformas previdenciárias ao

redor do mundo [mais detalhes sobre o tema podem ser vistos em Belloni e Maccheroni (2013)].

Devido à instabilidade da situação econômica do Brasil, abordaram-se dois cenários: um com maior rentabilidade e outro com menor. Para o primeiro caso, considerou-se uma taxa real de juros de 4% a.a., em concordância ao estudo de Afonso e Lima (2011), enquanto para o segundo aplicou-se 2% a.a., com a finalidade de manter essa diferença de 1% entre os cenários e a taxa definida na Seção 3.

Analisando o cenário mais rentável, os fatores de desconto caíram, devido à alta da taxa real de juros,

acarretando valores menores no fluxo de contribuições e de benefícios, com maior significância para ele. Assim, era esperado que as alíquotas dos cinco casos tivessem seus valores reduzidos. Tal informação, que vale tanto para a regra atual quanto para a regra da PEC n. 287/2016 (Brasil, 2016), pode ser ratificada pela Tabela 8. Para o segundo caso, descrito na Tabela 9, a análise é semelhante. A alíquota total para a regra atual girou em torno de 42% e 48%, para homem e mulher, respectivamente, enquanto na regra da PEC n. 287/2016 (Brasil, 2016), o percentual equânime foi 30,96%, para o sexo masculino e 29,39%, para o feminino.

Tabela 8

Alíquotas atuarialmente justas com a taxa real de juros de 4% ao ano para a regra atual e a regra da Proposta de Emenda à Constituição (PEC) n. 287/2016 (Brasil, 2016) para homem e mulher

Benefício	Homem	Mulher	Homem	Mulher
	(regra atual)	(regra atual)	(regra da PEC)	(regra da PEC)
	(%)	(%)	(%)	(%)
Aposentadoria programada	13,68	20,81	9,18	11,39
Pensão de aposentadoria programada	1,74	1,19	1,19	0,54
Aposentadoria por invalidez	1,82	2,05	2,16	2,22
Pensão de aposentadoria por invalidez	0,34	0,28	0,24	0,18
Pensão por morte	5,27	2,12	3,58	1,69
Total	22,85	26,45	16,35	16,02

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 9

Alíquotas atuarialmente justas com a taxa real de juros de 2% ao ano para a regra atual e a regra da Proposta de Emenda à Constituição (PEC) n. 287/2016 (Brasil, 2016) para homem e mulher

Benefício	Homem	Mulher	Homem	Mulher
	(regra atual)	(regra atual)	(regra da PEC)	(regra da PEC)
	(%)	(%)	(%)	(%)
Aposentadoria programada	24,37	36,66	16,81	21,14
Pensão de aposentadoria programada	6,35	4,33	5,00	2,11
Aposentadoria por invalidez	2,69	3,14	3,27	3,35
Pensão de aposentadoria por invalidez	0,74	0,58	0,38	0,28
Pensão por morte	7,90	3,05	5,50	2,51
Total	42,04	47,76	30,96	29,39

Fonte: Elaborada pelos autores.

Como dito, as abordagens feitas anteriormente contemplaram um trabalhador que recebe um SM e inicia seu período laboral aos 25 anos. Mas, o que aconteceria com as alíquotas para um diferente salário inicial ou uma idade de entrada no mercado de trabalho distinta? Para responder tais perguntas, as figuras 1 e 2 apresentam os resultados das alíquotas totais, considerando 1 a 10 SM e idade inicial entre 20 e 29 anos, respectivamente.

Note, primeiramente, que a partir de seis salários mínimos, a alíquota total não sofre variação devido à existência do teto. Em linhas gerais, o aumento do salário inicial acarreta menor alíquota total, em que esta foi inferior às alíquotas vigentes em todos os casos, se-

gundo a regra da idade mínima prevista na PEC n. 287/2016 (Brasil, 2016). Nos moldes atuais, um homem que inicia seu período laboral recebendo a partir de seis salários mínimos necessitaria que 28,21% do seu salário fossem utilizados como contribuição previdenciária, enquanto para a mulher esse percentual seria de 31,16%. Com as proposições da PEC n. 287/2016 (Brasil, 2016), esses percentuais cairiam para 21,30%, para um funcionário, e 20,50%, para uma funcionária.

No que tange às diferentes idades de entrada no mercado de trabalho, percebe-se, na maioria dos casos, um comportamento decrescente das alíquotas totais com o aumento da hipótese em questão. Percebe-se que há redução dos percentuais para aposentadoria progra-

mada e sua pensão e elevação das alíquotas para pensão por morte de funcionário em atividade e para aposentadoria por invalidez e sua respectiva pensão, já que as idades projetadas de aposentadoria também serão majoradas e, conseqüentemente, as probabilidades de morte para válidos e inválidos e de entrada em invalidez

serão menores. Especificamente para o caso masculino da regra atual, a diminuição das alíquotas referentes aos benefícios programáveis foi praticamente compensada pelo aumento dos percentuais para os benefícios não programáveis, o que explica a tendência constante.

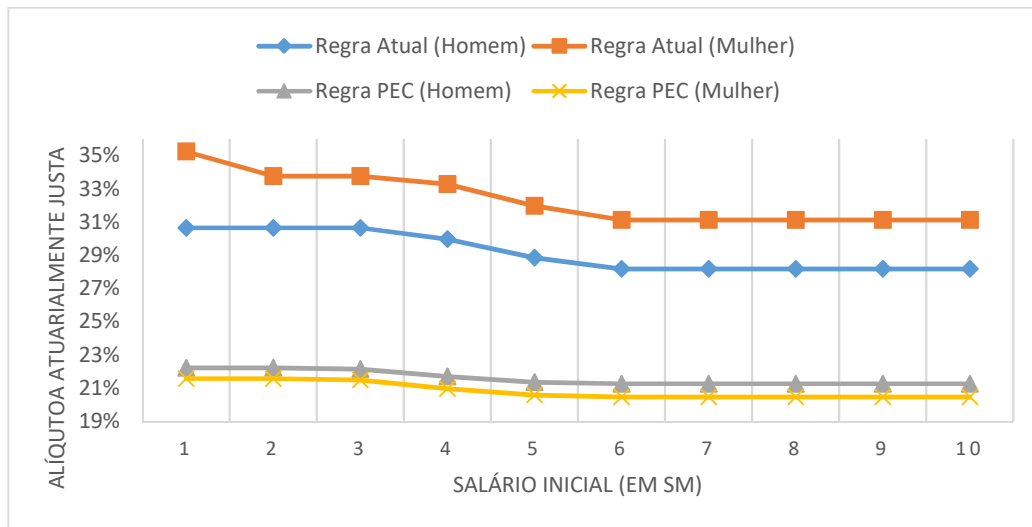


Figura 1 Alíquota atuarialmente justa para vários salários iniciais
 PEC = Proposta de Emenda à Constituição n. 287/2016 (Brasil, 2016); SM = salário mínimo.
 Fonte: Elaborada pelos autores.

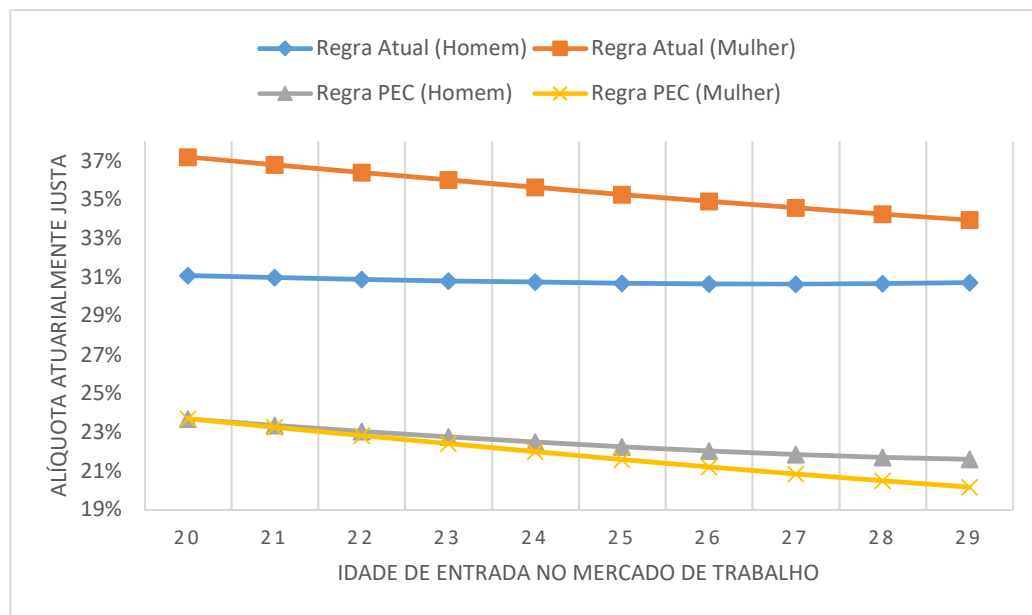


Figura 2 Alíquota atuarialmente justa para várias idades de entrada no mercado de trabalho
 PEC = Proposta de Emenda à Constituição n. 287/2016 (Brasil, 2016); SM = salário mínimo.
 Fonte: Elaborada pelos autores.

Por fim, um ponto a se destacar nas análises realizadas é a diferença entre os sexos. Na regra atual, as mulheres sempre apresentam alíquotas justas maiores do que as dos homens; contudo, essa situação não acontece

quando passamos a analisar a proposta de reforma da Previdência. Tais fatos indicam que as mudanças propostas afetam mais e, em alguns casos, de forma demasiada, as mulheres, acalorando ainda mais o debate.

6. CONCLUSÕES

As recentes discussões acerca da Previdência Social não são feitas em vão, uma vez que é indiscutível a relevância deste tema para o bem-estar do brasileiro. A questão de que há superávit ou déficit, uma das polêmicas na previdência social, acaba gerando um desconforto no cidadão, deixando-o receoso quanto à utilização dos seus recursos previdenciários, situação esta que está intimamente ligada à alíquota de contribuição cobrada pelo INSS. O propósito deste trabalho foi verificar o percentual atuarialmente justo do RGPS, embasado nos moldes atuais e nos novos parâmetros sugeridos pela PEC n. 287/2016 (Brasil, 2016).

De acordo com as premissas inicialmente assumidas (sobretudo a taxa real de juros), os resultados apresentados mostraram indícios de que atualmente as contribuições arrecadadas em prol de um funcionário são insuficientes para arcar com seus benefícios futuros. Como todo montante de contribuições é destinado exclusivamente para a Previdência, conforme inciso XI do artigo 167 da CF/88, a parcela faltante para obtenção de justiça atuarial tem que ser arcada por meio de outras fontes. Ademais, seria interessante que o governo deixasse claro, para a sociedade, quais benefícios deveriam efetivamente ser cobertos pelas contribuições previdenciárias e quais deveriam ser custeados por outros recursos da seguridade social. Desse modo, ficaria explícito o que, de fato, a alíquota previdenciária necessitaria cobrir.

Os resultados mostraram que, para a regra atual, as alíquotas vigentes estão aquém do necessário, girando em torno de 31% e 35% para homem e mulher, respectivamente. Essa conclusão é contrária aos trabalhos de Afonso e Lima (2011) e Giambiagi e Afonso (2009), cu-

jos cálculos apontaram que a alíquota de contribuição em vigor era excessiva. As principais causas da divergência entre os resultados foram a inclusão de um modelo referente aos benefícios de pensão e o decréto de invalidez. Já com relação ao estudo de Afonso e Freire (2015), as conclusões foram semelhantes à deste artigo, devido ao uso de modelos para pensão, porém com percentuais menores, já que ignoraram o decréto de invalidez.

No âmbito da PEC n. 287/2016 (Brasil, 2016), os resultados primários foram contrários àqueles obtidos com base na Lei n. 8.213/1991 (Brasil, 1991b). Caso a reforma da Previdência seja aprovada com o texto original, as alíquotas previdenciárias justas seriam 22,25% e 21,60% para homem e mulher, respectivamente. Logo, percebe-se que alíquota vigente estaria acima do justo. Comparando-se os resultados da PEC n. 287/2016 (Brasil, 2016) com aqueles provenientes da legislação atual, percebe-se que as mulheres são mais prejudicadas do que os homens, uma vez que há diferença de aproximadamente 13,67% entre as alíquotas atuarialmente justas para elas, enquanto para eles é de 8,44%. Comum aos dois sexos, é importante ressaltar a redução dos percentuais para as pensões que aconteceram devido à possibilidade de o benefício ser inferior a um SM.

Para finalizar, vale lembrar que o texto original da PEC n. 287/2016 (Brasil, 2016) foi submetido a uma comissão especial no Congresso e, no momento, encontra-se com algumas alterações, com destaque para a diferenciação da idade mínima entre homens e mulheres e novo método de cálculo da ATC. A nova proposta ainda não foi votada pela Câmara dos Deputados.

REFERÊNCIAS

- Afonso, L. E., & Freire, D. R. (2015). Are the contributions rates of the Social Security General Regime (RGPS) sufficient? An actuarial study for retirement by length of contribution and survivors benefits. *Revista Brasileira de Risco e Seguro*, 11(19), 1-24.
- Afonso, L. E., & Lima, D. (2011). Uma análise dos aspectos distributivos da aposentadoria por tempo de contribuição do INSS com o emprego da matemática atuarial. *Revista de Gestão e Políticas Públicas*, 1(2), 7-33.
- Belloni, M., & Maccheroni, C. (2013). Actuarial fairness when longevity increases: an evaluation of Italian pension system. *The Geneva Papers on Risk and Insurance – Issues and Practice*, 38(4), 638-674.
- Bowers, N. L., Gerber, H. U., Hickman, J. C., Jones, D. A., & Nesbitt, C. J. (1997). *Actuarial mathematics* (2nd ed.). Schaumburg, IL: Society of Actuaries.
- Brasil. (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/Constituicao.htm#art202.
- Brasil. (1991a). Lei n. 8.212 de 24 de julho de 1991. (1991, 24 de julho). Dispõe sobre a organização da seguridade social, institui plano de custeio e dá outras providências. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8212cons.htm.

- Brasil. (1991b). Lei n. 8.213 de 24 de julho de 1991. (1991, 24 de julho). Dispõe sobre os planos de benefícios da Previdência Social e dá outras providências. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8213cons.htm.
- Brasil. (1998). Emenda Constitucional n. 20 de 15 de dezembro de 1998. (1998, 15 de dezembro). Modifica o sistema de Previdência Social, estabelece normas de transição e dá outras providências. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/Emendas/Emc/emc20.htm#art1.
- Brasil. (1999). Lei n. 9.876 de 26 de novembro de 1999. (1999, 26 de novembro). Dispõe sobre a contribuição previdenciária do contribuinte individual, o cálculo do benefício, altera dispositivos das Leis n. 8.212 e n. 8.213, ambas de 24 de julho de 1991, e dá outras providências. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9876.htm.
- Brasil. (2015a). Lei n. 13.135 de 17 de junho de 2015. (2015, 17 de junho). Altera as Leis n. 8.213, de 24 de julho de 1991, n. 10.876 de 2 de junho de 2004, n. 8.112, de 11 de dezembro de 1990, n. 10.666, de 8 de maio de 2003 e dá outras providências. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/13135.htm.
- Brasil. (2015b). Saúde Brasil 2014: uma análise da situação da Saúde e das causas externas. Brasília: Ministério da Saúde.
- Brasil. (2015c). Lei n. 13.183 de 4 de novembro de 2015. (2015, 4 de novembro). Altera as Leis n. 8.212, de 24 de julho de 1991, e 8.213, de 24 de julho de 1991, para tratar da associação do segurado especial em cooperativa de crédito rural e, ainda essa última, para atualizar o rol de dependentes, estabelecer regra de não incidência do fator previdenciário, regras de pensão por morte e de empréstimo consignado, a Lei n. 10.779, de 25 de novembro de 2003, para assegurar pagamento do seguro-defeso para familiar que exerça atividade de apoio à pesca, a Lei n. 12.618, de 30 de abril de 2012, para estabelecer regra de inscrição no regime de previdência complementar dos servidores públicos federais titulares de cargo efetivo, a Lei n. 10.820, de 17 de dezembro de 2003, para dispor sobre o pagamento de empréstimos realizados por participantes e assistidos com entidades fechadas e abertas de previdência complementar e a Lei n. 7.998, de 11 de janeiro de 1990; e dá outras providências. Recuperado de: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/13183.htm.
- Brasil. (2016). Proposta de Emenda à Constituição n. 287/2016. Recuperado de <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2119881>.
- Brasil. (2017). Portaria MF n. 8 de 13 de Janeiro de 2017. (2017, 13 de janeiro). Dispõe sobre o reajuste dos benefícios pagos pelo Instituto Nacional do Seguro Social – INSS e dos demais valores constantes do Regulamento da Previdência Social – RPS. Recuperado de <http://normas.receita.fazenda.gov.br/sijut2consulta/link.action?visao=ano-tado&idAto=79662>.
- Caldart, P. R., Motta, S. T., Caetano, M. A., & Bonatto, T. V. (2014). Adequação das hipóteses atuariais e modelo alternativo de capitalização para o regime básico do RPPS: o caso do Rio Grande do Sul. *Revista de Contabilidade & Finanças*, 4(3), 281-293.
- Campos, F. G., & Souza, F. C. (2016). Idade ótima de aposentadoria no RGPS: uma análise sob a perspectiva de maximização dos benefícios futuros esperados. *Revista de Evidência Contábil e Finanças*, 4(3), 89-108.
- Corrêa, C. S., Queiroz, B. L., & Ribeiro, A. J. F. (2014). Tamanho populacional e custeio previdenciário: como variações aleatórias afetam o risco de solvência de RPPS municipais. *Revista Eletrônica do Departamento de Ciências Contábeis & Departamento de Atuária e Métodos Quantitativos*, 1(1), 128-149.
- Dickson, D. C., Hardy, M. R., & Waters, H. R. (2013). *Actuarial mathematics for life contingencies risks* (2nd ed.). Cambridge: Crambridge University.
- Fontoura, F. R., Cardoso, S., Rocha, A. S., Capelo, E., Jr. & Câmara, S. F. (2006). Um modelo de avaliação de obrigações previdenciais de regimes capitalizados de previdência no serviço público. *Revista de Contabilidade & Finanças*, 17(2), 42-55.
- Giambiagi, F., & Afonso, L. E. (2009). Cálculo da alíquota de contribuição previdenciária atuarialmente equilibrada: uma aplicação ao caso brasileiro. *Revista Brasileira de Economia*, 63(2), 153-179.
- Ginn, J. (2004). Actuarial fairness or social justice? A gender perspective on redistribution in pension systems. In *CeRP Fifth Annual Conference*, (p. 25). Turin.
- Gomes, M. M., Fígoli, M. G. B., & Ribeiro, A. J. F. (2010). Da atividade à invalidez permanente: um estudo utilizando dados do Regime Geral De Previdência Social (RGPS) do Brasil no período de 1999-2002. *Revista Brasileira de Estudos da População*, 27(2), 297-316.
- Heiland, F. W., & Yin, N. (2014). Have we finally achieved actuarial fairness of social security retirement benefits and will it last? [Working Paper]. Michigan Retirement Research Center. Retrieved from <http://www.mrrc.isr.umich.edu/publications/briefs/pdf/rb307.pdf>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2013). *Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação*. Rio de Janeiro: IBGE.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2015). *Estatísticas do Registro Civil* (Vol. 42). Rio de Janeiro: IBGE.
- Landes, X. (2014). How fair is actuarial fairness? *Journal of Business Ethics*, 123(3), 519-533.
- Lima, D. V., & Matias-Pereira, J. (2014). A dinâmica demográfica e a sustentabilidade do Regime Geral De Previdência Social. *Revista de Administração Pública*, 48(4), 847-868.
- Meneu, R., Devesa, E., Devesa, M., Domínguez, I., & Encinas, B. (2016). Adjustment mechanisms and intergenerational actuarial neutrality in pensions reforms. *International Social Security Review*, 69(1), 87-107.
- Oliveira, F. E., Beltrão, K. I., & Maniero, L. V. (1997). *Alíquotas equânimes para um sistema de seguridade social* (Vol. 524). Rio de Janeiro, RJ: IPEA.
- Penafieri, A. C., & Afonso, L. E. (2013). O impacto da mudança da regra de cálculo das aposentadorias por tempo de contribuição do INSS: o fator previdenciário é atuarialmente justo? *Revista Economia Aplicada*, 17(4), 667-694.

- Promislow, S. D. (2011). *Fundamentals of actuarial mathematics* (2nd ed.). New Delhi: Wiley.
- Quessier, M., & Whitehouse, E. (2006). Neutral or fair? Actuarial concepts and pension-system design [Working Paper]. Organisation for Economic Co-operation and Development. Retrieved from <http://www.oecd.org/els/public-pensions/37811399.pdf>.
- Ribeiro, A. J. F., Reis, E. A., & Barbosa, J. B. (2010). Construção de tábuas de mortalidade de inválidos por meio de modelos estatísticos bayesianos. *Revista Brasileira de Estudos de População*, 2(27), 317-331.
- Rocha, F. R. (2015). A Previdência Social no Brasil: uma política em reestruturação. *Revista Temporalis*, 2(30), 453-473.
- Rodrigues, D. D., & Afonso, L. E. (2015). O impacto da criação da Funpresp sobre os benefícios previdenciários dos servidores públicos federais. *Revista de Administração Pública*, 49(6), 1479-1505.
- Winklevoss, H. E. (1993). *Pension mathematics with numerical illustrations* (2nd ed.). Philadelphia, PA: University of Pennsylvania.