

Alíquota justa e de equilíbrio para benefícios não programados em planos de contribuição definida*

Igor Ferreira do Nascimento¹

 <https://orcid.org/0000-0003-1084-7849>
E-mail: igor.nascimento@ifpi.edu.br

Pedro H. M. Albuquerque²

 <https://orcid.org/0000-0002-1415-716X>
E-mail: pedroa@unb.br

¹ Instituto Federal do Piauí, Departamento de Formação de Professores, Teresina, PI, Brasil

² Universidade de Brasília, Faculdade de Administração, Contabilidade, Economia e Gestão de Políticas Públicas, Departamento de Administração, Brasília, DF, Brasil

Recebido em 24.06.2020 – Desk aceite em 13.08.2020 – 5ª versão aprovada em 11.02.2021
Editor Associado: Luís Eduardo Afonso

RESUMO

O objetivo deste estudo é propor uma metodologia que, utilizando múltiplos decrementos, além de desagregada por perfil atuarial e fonte de custo previdenciário, calcula alíquotas atuarialmente justas e de equilíbrio para benefícios não programados de custeio coletivo oriundos de planos de previdência da modalidade Contribuição Definida (CD). Não há trabalhos no Brasil que estudem alíquotas de custeio para benefícios não programados em planos de previdência da modalidade CD. Qualquer instituição que paga benefícios previdenciários de custeio coletivo precisa determinar uma alíquota atuarial que não seja insuficiente, gerando desequilíbrio financeiro ao fundo, e nem excessiva, comprometendo a renda do participante. Este trabalho é o primeiro estudo sobre alíquotas de custeio para benefícios de custeio coletivo oriundos de planos de previdência com modalidades CD. As alíquotas atuarialmente justas são obtidas considerando múltiplos decrementos e equalizando o valor presente das contribuições e o valor presente dos benefícios de pensão e aposentadoria por invalidez, desagregados por perfil atuarial e fonte de custo previdenciário. A alíquota de equilíbrio específica é determinada para cada fonte de custo previdenciário e é obtida considerando as alíquotas atuarialmente justas de cada perfil atuarial. A alíquota de equilíbrio geral é obtida pela contribuição marginal de cada alíquota de equilíbrio específica. A metodologia proposta foi utilizada para calcular as alíquotas dos benefícios não programados que possuem custeio coletivo em planos de modalidade de CD. Por meio da metodologia proposta, estimou-se que as mudanças legais, decorrentes da Emenda Constitucional 103/2019, aumentaram, indiretamente, em mais de 4% a alíquota de equilíbrio geral dos benefícios não programados da Fundação de Previdência Complementar do Servidor Público Federal do Poder Executivo (FUNPRESP-Exe).

Palavras-chave: fundo de pensão, mutualização de risco, alíquotas de equilíbrio, alíquotas justas, reforma da previdência.

Endereço para correspondência

Igor Ferreira do Nascimento

Instituição Federal do Piauí, Departamento de Formação de Professores
Rua Álvaro Mendes, 94 – CEP 64000-040
Centro (Sul) – Teresina – PI – Brasil

*Trabalho apresentado no XLIV Encontro da Anpad, outubro de 2020.



1. INTRODUÇÃO

As Entidades Fechadas de Previdência Complementar (EFPC) são fundos de pensão sem fins lucrativos vinculados ao Regime de Previdência Complementar (RPC); elas administram recursos financeiros com o objetivo de garantir aos investidores/participantes, que são funcionários de uma patrocinadora singular (empresa única) ou plural (multipatrocinadas), uma renda ou pecúlio de caráter previdenciário a ser recebido após o período de atividade laboral ou em caso de perda dessa condição.

Esses fundos podem oferecer planos de benefícios na modalidade: Benefício Definido (BD), Contribuição Definida (CD) e Contribuição Variável (CV), sendo a modalidade determinada baseada na forma como o valor do benefício programado (aposentadoria normal) é calculado (Conselho de Gestão da Previdência Complementar, 2005). A modalidade BD oferece ao participante um valor de benefício programado estabelecido previamente, sendo custeado de forma coletiva por todos os participantes. Na modalidade CD, o valor do benefício programado é calculado em função do valor acumulado no saldo de conta exclusivo do participante, isto é, cada participante é responsável pelo financiamento de sua previdência. Tal plano de previdência pode ser considerado, então, um tipo de investimento, em que o capital investido pelo participante é rentabilizado a fim de garantir os benefícios previdenciários futuros. Já a modalidade CV apresenta, simultaneamente, características das modalidades BD e CD. Por exemplo, na fase contributiva o saldo é acumulado individualmente, com o qual define-se o valor do benefício. Porém, no período de recebimento, o custeio é feito coletivamente, sendo o risco compartilhado entre os participantes do fundo (Kolling, Petri, & Marques, 2012).

Apesar das especificidades dos regulamentos dos planos, a maioria das EFPC, entre elas a Previ (Caixa de Previdência dos Funcionários do Banco do Brasil), a Petros (Fundação Petrobras de Seguridade Social) e a Funcef (Fundação dos Economistas Federais) oferecem planos da modalidade CV. Por sua vez, a Funpresp-Exe (Fundação de Previdência Complementar do Servidor Público Federal do Poder Executivo) oferece planos CD.

É importante destacar que as modalidades desses planos são determinadas por meio do benefício programado. No entanto, os benefícios de aposentadoria por invalidez e pensões (não programados) podem ter diferentes formas de custeio, como é possível observar na Funpresp-Exe (Lei n. 12.618, 2012). Por isso, neste trabalho, vamos estender as definições de BD, CV e CD

para caracterizar também a forma como o benefício é custeado e não apenas a modalidade do plano. Com isso, podemos dizer, por exemplo, que no Regime Geral de Previdência Social (RGPS) e no Regime Próprio de Previdência Social (RPPS), em que todos os benefícios são custeados coletivamente, tanto os benefícios programados quanto os não programados são do tipo BD. Por sua vez, no RPC, considerando os fundos apresentados, há planos com benefícios programados CD ou CV e os benefícios não programados BD e CV.

Um dos principais desafios do setor atuarial de tais entidades é determinar a alíquota atuarial, que incide sobre a renda dos participantes, necessária para honrar os compromissos previdenciários para o pagamento de aposentadoria normal (Afonso & Lima, 2011; Heiland & Yin, 2014; Souza, 2018), aposentadoria por invalidez e pensões aos dependentes (Belloni & Maccheroni, 2013; Corrêa, 2018; Gouveia, Souza, & Rêgo, 2018). Lastreado pelo conceito de justiça atuarial (Queisser & Whitehouse, 2006), é possível investigar como tais alíquotas são afetadas por mudanças na modalidade do plano (Alonso-García, Boado-Penas, & Devolder, 2018; Rodrigues & Afonso, 2015), a alteração de regras de aposentadoria (Martins & Campani, 2019) e o aumento da longevidade (Gouveia et al., 2018) aplicados na previdência geral (Freire & Afonso, 2015), na previdência privada dos servidores públicos (Rangel & Saboia, 2013; Rodrigues & Afonso, 2015) e no RPPS (Corrêa, 2018).

Quando o benefício é custeado de forma coletiva, o risco atuarial é compartilhado por meio de uma única alíquota previdenciária, o que permite que participantes com menor exposição aos riscos atuariais paguem, relativamente, mais do que os participantes com maior risco (Donnelly, 2015). É um fato estilizado que mulheres têm maior expectativa de vida do que homens. Além disso, algumas carreiras têm direito à aposentadoria com menos idade e tempo de contribuição. Dessa forma, faz-se necessário determinar perfis atuariais com o intuito de desagregar os diferentes riscos e custos previdenciários. Isso é feito neste trabalho considerando a idade de entrada, sexo e ocupação.

Diante disso, a partir da ampliação do conceito de CD, BD e CV para os benefícios não programados, este trabalho propõe uma metodologia para calcular o esforço coletivo necessário para custear os benefícios não programados que possuem característica BD e CV em um plano de previdência em que o benefício programado é do tipo CD, de forma desagregada por perfil atuarial, permitindo uma análise detalhada do custeio

previdenciário, representando a contribuição teórica deste trabalho. Com relação às contribuições práticas, a metodologia proposta foi aplicada na Funpresp-Exe, de

forma que se identificou que a Emenda Constitucional (EC) n. 103/2019 aumentou, de forma indireta, em mais de 4% a alíquota de equilíbrio.

2. TRABALHOS RELACIONADOS

A heterogeneidade da expectativa de sobrevivência dos participantes e sua distribuição demográfica em planos de previdência implicam diferentes custos previdenciários, mensurados por meio de alíquotas justas (Queisser & Whitehouse, 2006) ou de equilíbrio atuarial (Gouveia et al., 2018), o que permite identificar que, por exemplo, participantes com maior expectativa de vida tendem a ser financiados por participantes com menor expectativa (Ayuso, Bravo, & Holzmann, 2016; Souza, 2018).

Nesse sentido, os trabalhos da literatura determinam a alíquota atuarialmente justa equalizando o valor presente das contribuições (VPC) e o valor presente dos benefícios (VPB) em três abordagens. Na primeira delas, os riscos de morte e invalidez são ignorados (Giambiagi & Afonso, 2009). Nesse caso, as alíquotas são superestimadas, pois, na realidade, o pagamento de contribuições e o recebimento de benefício estão condicionados à sobrevivência do participante e/ou beneficiário. A segunda considera apenas a probabilidade de morte (Afonso et al., 2011; Rodrigues & Afonso, 2015; Souza, 2018). A terceira abordagem consta nos trabalhos que consideram os riscos de invalidez e morte, o que permite determinar outros benefícios de aposentadorias originados pela invalidez (Gouveia et al., 2018; Martins & Campani, 2019). O trabalho de Gouveia et al. (2018) determina as alíquotas de contribuição para aposentadoria normal, pensão de aposentadoria normal, aposentadoria por invalidez e pensão para aposentadoria por invalidez para trabalhadores do RGPS que ganham 1 salário mínimo. Por sua vez, Martins e Campani (2019) analisam os impactos da Proposta de Emenda à Constituição 287/2016 na riqueza dos participantes do RGPS, não sendo calculadas alíquotas atuariais. O trabalho de Corrêa (2018) analisa as alíquotas atuariais necessárias para o custeio dos benefícios da modalidade Benefício Definido para cenários de idade de entrada (30 e 35 anos) no RPPS, além de considerar o sexo dos participantes. Na perspectiva dos participantes do RPC, as alíquotas de contribuição foram estudadas para avaliar o impacto na renda durante a aposentadoria para benefícios com característica CD (Rangel & Saboia, 2013; Rodrigues & Afonso, 2015; Souza, 2018) e para avaliar o impacto na migração do benefício programado de CD para CV (Kolling et al., 2012). No entanto, todos

esses trabalhos estão direcionados para o cálculo de alíquotas de benefícios com característica BD, CD ou CV, isto é, não consideram planos de previdência em que os benefícios programados e não programados têm diferentes características, o que pode ser encontrado nos planos de previdência do RPC no Brasil.

Internacionalmente, os estudos sobre o cálculo de alíquotas justas para benefícios previdenciários avaliam o impacto da transição de BD para CD na aposentadoria normal (Alonso-García et al., 2018), o efeito do aumento da longevidade nas alíquotas de contribuição justas (Meneu, Devesa, Devesa, Domínguez, & Encinas, 2016; Yang & Huang, 2009) e a evolução entre gerações de trabalhadores (Heiland & Yin, 2014). Considerando separadamente as alíquotas para aposentadoria normal e aposentadorias por invalidez, o trabalho de Belloni e Maccheroni (2013) analisa os efeitos do aumento da longevidade no sistema de pensão italiano para benefícios BD.

Dessa forma, a partir da ampliação do conceito CD, BD e CV para os benefícios não programados, este trabalho contribui para a literatura ao: (1) propor uma metodologia para o cálculo das alíquotas atuarialmente justas e de equilíbrio em planos de previdência que possuem benefícios programados CD, benefícios não programados BD e CV (valor do benefício depende do valor do benefício programado CD); (2) calcular a alíquota de equilíbrio específica de cada fonte de custo previdenciário dos benefícios não programados BD e CV por meio das alíquotas atuarialmente justas desagregadas por perfil atuarial; (3) calcular a alíquota de equilíbrio geral para os benefícios não programados BD e CV por meio das alíquotas de equilíbrio específicas de cada fonte de custo previdenciário; e (4) utilizar a metodologia proposta para calcular os impactos de mudanças demográficas, atuariais e legais (Emenda Constitucional n. 103/19) nas alíquotas dos benefícios não programados BD e CV da Funpresp-Exe, bem como sugerir alterações no regulamento que minimizam o desequilíbrio atuarial causado indiretamente pela mudança na legislação.

Na seção a seguir é apresentada a metodologia proposta para o cálculo das alíquotas atuarialmente justas por perfil atuarial e as alíquotas de equilíbrio, considerando benefícios não programados BD e CV em planos de previdência em que o benefício programado é CD.

3. METODOLOGIA

Considere um plano de previdência em que o benefício programado de aposentadoria normal (AN) tem valor definido pela reserva matemática individual e é custeado de forma individual (CD). Além disso, há também benefícios não programados de pensão por morte e aposentadoria por invalidez até a AN, com características BD e valor calculado em função do salário. Após a AN, há benefícios de pensões por morte com valor calculado em função do benefício programado, o que conjuga as características CD (valor do benefício é definido com base no saldo de conta individual) e BD (custeio é coletivo), tendo assim, as características CV apresentadas pela legislação (CGPC, 2005). Essa é uma peculiaridade encontrada no RPC, e que está, por exemplo, no regulamento da Funpresp-Exe.

O participante acumula, periodicamente, uma contribuição previdenciária determinada em função do percentual de contribuição (c) do salário de participação (S_0). O valor total contribuído durante o período de acumulação é utilizado, principalmente, para o custeio do benefício de aposentadoria normal (CD). No entanto, sob o valor contribuído incide uma alíquota (τ) responsável por custear os benefícios não programados. Dessa forma, o valor de contribuição destinado para o custeio dos benefícios não programados é $S_0 \cdot c \cdot \tau$ e é destinado para uma conta coletiva dos participantes do plano, restando para o acúmulo na reserva individual (RI) do participante o valor de $S_0 \cdot c \cdot (1 - \tau)$, utilizado para o pagamento do benefício CD.

Espera-se que a alíquota de contribuição τ não seja excessiva a ponto de comprometer a renda do participante

e a aposentadoria normal, e nem insuficiente, de forma a gerar desequilíbrio financeiro durante o pagamento dos benefícios não programados, garantindo o interesse do participante e do fundo de pensão. Determinar a alíquota τ responsável por honrar os compromissos previdenciários é um dos grandes interesses dos setores atuariais dos fundos de pensão, o que desperta o interesse da academia e norteia os esforços deste trabalho.

Considerando a taxa de juros i , a taxa de crescimento salarial j , o salário de participação inicial S_0 , o percentual de contribuição c e, adicionalmente, a alíquota τ , é possível determinar o valor presente das contribuições (VPC) destinado para o custeio dos benefícios não programados obtido pelo acúmulo ao longo de T períodos (Giambiagi & Afonso, 2009), apresentado na Equação 1.

$$VPC(c, \tau) = \sum_{k=x+1}^{T+x} \frac{c \cdot \tau \cdot S_0 (1+j)^{k-x} \cdot (1+i)^{(T+x-k)}}{(1+i)^T} \quad \boxed{1}$$

No caso previdenciário, o recebimento das contribuições está condicionado à sobrevivência do participante aos decrementos de morte e invalidez de forma multidecremental. Isto é, não há certeza do pagamento futuro de contribuições (Dickson, Hardy, & Waters, 2013). Para incorporar tal incerteza, considere ${}_h p_x^{(mor,inv)}$ a probabilidade de o beneficiário sobreviver aos decrementos de morte e invalidez entre x e h . O valor presente das contribuições no instante em que o participante tem idade x e pagos por T períodos, considerando tal incerteza, é:

$$VPC(c, \tau) = \sum_{k=1+x}^{T+x} \frac{{}_k p_x^{(mor,inv)} \cdot c \cdot \tau \cdot S_0 (1+j)^{k-x} \cdot (1+i)^{(T+x-k)}}{(1+i)^T} \quad \boxed{2}$$

De maneira análoga, podemos definir o valor presente do benefício (VPB) de valor A , pago por N períodos e iniciado T períodos após a idade x do participante.

$$VPB = {}_{T+x} p_x^{(mor,inv)} \left[\sum_{k=T+x+1}^{T+x+N} \frac{{}_k p_{T+x}^{(mor)} \cdot A}{(1+i)^{k-x}} \right] \quad \boxed{3}$$

Para os benefícios, ou o participante já está aposentado (exposto apenas ao decremento de morte) ou já faleceu e o dependente está exposto apenas ao decremento de morte, sendo o termo ${}_k p_{T+x}^{(mor)}$ unidimensional para a morte. A tábua biométrica para ${}_k p_{T+x}^{(mor)}$ depende do tipo de benefício: aposentadoria normal (tábua do participante), aposentadoria por invalidez (tábua de morte do inválido) e pensão (tábua do dependente). No entanto, para iniciar o recebimento em $T + x + 1$, o participante

precisa ter sobrevivido à morte e invalidez entre x e $T + x$, representado pelo termo ${}_{T+x} p_x^{(mor,inv)}$. Os valores de T e N são conhecidos apenas quando o benefício é de aposentadoria normal. Para os demais (benefícios não programados), tais valores dependem do tipo de benefício e de quando ocorre a morte ou invalidez do participante. Os períodos de pagamento dos benefícios, as tábuas biométricas e os valores dos benefícios dependem do regulamento do plano de previdência, detalhados na aplicação apresentada na seção 4.

A diferença entre $VPC(c, \tau)$ e VPB é denominada resultado atuarial líquido e é apresentada na Equação 4 por meio do termo inglês NET. A situação de déficit é caracterizada quando o fluxo futuro de pagamento de benefício é maior do que o montante contribuído.

Caso contrário, o resultado é dito superavitário, isto é, o montante acumulado pelo recebimento das contribuições é mais do que suficiente para o pagamento dos benefícios.

$$NET(c, \tau) = VPC(c, \tau) - VPB \quad 4$$

A alíquota atuarialmente justa τ^* (Queisser & Whitehouse, 2006) é determinada entre as duas situações. Isto é, o valor τ^* para que o NET atuarial (Equação 4) seja igual a zero $NET(c, \tau^*) = 0$. Na literatura, o cálculo de τ^* é feito desconsiderando os fatores probabilísticos de mortalidade e invalidez (Fernandes & Gremaud, 2003; Giambiagi & Afonso, 2009), utilizando a média de fluxos futuros, o tempo de recebimento de benefício (Oliveira, Beltrão, & Maniero, 1997), aplicando apenas os decrementos de morte (Freire & Afonso, 2015; Rodrigues & Afonso, 2015; Souza, 2018), e utilizando múltiplos decrementos para perfis atuariais no RGPS (Gouveia et al., 2018; Martins & Campani, 2019) e no RPPS (Corrêa, 2018). Em todas essas referências, as alíquotas são determinadas para benefícios gerados exclusivamente da modalidade BD ou CD, sem considerar as particularidades

$$\underset{\bar{\tau}_a}{\operatorname{argmin}}(c, \bar{\tau}_a) = \{NET(c, \bar{\tau}_a \mid 0 \leq NET(c, \bar{\tau}_a) < NET(c, \tau_a), 0 \leq \tau_a \leq 1, a \in 1, 2, \dots, H\}, \quad 5$$

$$NET(c, \bar{\tau}_a) = \sum_{z=1}^G M_z \times NET_z(c, \bar{\tau}_a) \quad 6$$

$$\tau = \sum_{a=1}^H \bar{\tau}_a \quad 7$$

Sendo M_z o percentual relativo de participantes com perfil z , $NET_z(c, \bar{\tau}_a)$ é o NET atuarial do perfil z com a alíquota $\bar{\tau}_a$, H o número de alíquotas atuariais e G o número de perfis atuariais.

A metodologia proposta permite que o equilíbrio atuarial de cada tipo de benefício não programado, solucionando a Equação 5, garanta o equilíbrio total do plano. Além disso, a alíquota de equilíbrio geral (τ) é formada por meio dos custos marginais independentes de cada fonte de custo,

de benefícios não programados que têm, por exemplo, benefícios gerados em função do salário de participação e do benefício CD.

Tendo em vista a heterogeneidade dos participantes e dos tipos de benefícios, é possível determinar as alíquotas atuarialmente justas desagregadas por perfil e fonte de custo previdenciário. Com isso, o valor das alíquotas de equilíbrio específicas é determinado resolvendo a Equação 5, de modo a garantir, minimamente, o custeio integral dos benefícios futuros, considerando a distribuição de perfis dos participantes. Isto é, a alíquota de equilíbrio específica é determinada pela menor alíquota com que se tenha NET atuarial maior ou igual a zero para uma fonte de custo previdenciário específica, dada a composição dos participantes segundo perfis atuariais. Nessa estratégia, a natureza atuarial específica de cada benefício é respeitada, além de garantir maior transparência e gestão das obrigações futuras. Dessa forma, a alíquota de equilíbrio específica ($\bar{\tau}_a$) para o benefício a é aquela que garante que o NET atuarial agregado $NET(c, \bar{\tau}_a)$ dos participantes de todos os G perfis atuariais seja maior ou igual a zero.

indicada pela Equação 7. É possível considerar situações em que o superávit de uma alíquota compense o déficit de outra. Porém, essa estratégia não será considerada neste trabalho. Além disso, tendo em vista a natureza coletiva dos benefícios de custeio coletivo, a eventual diferença entre a alíquota atuarialmente justa τ^* de cada perfil atuarial e alíquota de equilíbrio $\bar{\tau}_a$ adotada para todos os participantes, assim como em Donnelly (2015), é abordada neste trabalho como solidariedade entre os membros.

4. CASO FUNPRESP-EXE

Nesta seção são detalhadas as premissas legais, atuariais e demográficas necessárias para aplicação da metodologia proposta aos benefícios não programados da Funpresp-Exe.

4.1 Benefícios Previdenciários

A Funpresp-Exe oferece benefícios da modalidade CD, para a aposentadoria normal, e modalidade BD e CV, para os benefícios relacionados à aposentadoria por invalidez e pensões. Os benefícios não programados antes da data de aposentadoria normal têm valor determinado

em função do salário do participante (BD), enquanto os benefícios não programados após a data de aposentadoria normal estão atrelados ao benefício CD (CV).

O saldo de conta do servidor é formado pela soma das contribuições determinadas de acordo com o percentual de contribuição (c) do salário de participação (S_0), que é o valor do salário que excede o teto do RGPS. Por exemplo, caso o teto seja R\$ 6.000 e o participante receba R\$ 10.000, o valor do salário de participação é R\$ 4.000. O servidor pode escolher contribuir com $c = \{7.5\%, 8.0\%, 8.5\%$ do salário de participação. Tais percentuais são definidos pela

legislação e representam os limites para a contribuição paritária do patrocinador. A contribuição do patrocinador garante o pagamento da União de R\$ 1 para cada R\$ 1 pago pelo servidor. Os benefícios não programados da Funpresp-Exe são custeados por uma alíquota, atualmente de $\tau = 17.95\%$, que incide no valor contribuído para o plano, destinando para o saldo de conta coletivo $S_0 \cdot c \cdot (0.1795)$ e para o saldo individual $S_0 \cdot c \cdot (1 - 0.1795)$.

Com o intuito de facilitar a compreensão dos benefícios da Funpresp-Exe, a Figura 1 apresenta um esquema com os

eventos geradores de tais benefícios. As linhas horizontais são instantes de tempo em que o servidor é participante do plano ou há benefício sendo pago ao dependente. O participante está exposto aos riscos de morte e/ou invalidez, que são geradores de benefícios não programados do plano. Os círculos grandes com números romanos indicam os instantes de início ou término do pagamento do benefício. As ocorrências desses eventos estão representadas por linhas verticais e os benefícios são representados por acrônimos.

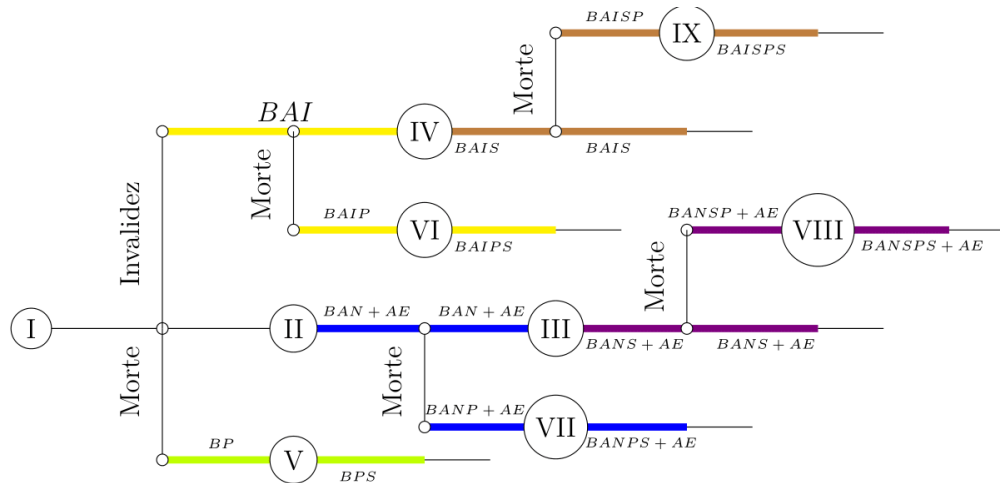


Figura 1. Fluxo de eventos e instantes de pagamento de benefícios.

Nota: I: entrada do participante no plano; II: idade prevista em legislação para aposentadoria; III: expectativa de vida do participante no início da aposentadoria normal; IV: expectativa de vida do participante determinada no início da aposentadoria por invalidez; V: expectativa de vida do participante ativo, caso não tivesse falecido; VI: expectativa de vida do participante, em aposentadoria por invalidez, que morreu antes da expectativa de vida na data da aposentadoria por invalidez; VII: expectativa de vida do participante, em aposentadoria normal, que morreu antes da expectativa de vida na data da aposentadoria normal; VIII: expectativa de vida do participante, em aposentadoria normal, que morreu após ultrapassar a expectativa de vida na data da aposentadoria normal; IX: expectativa de vida do participante, em aposentadoria por invalidez, que morreu após ultrapassar a expectativa de vida na data da aposentadoria por invalidez.

Fonte: Elaborada pelos autores.

O principal benefício de responsabilidade da Funpresp-Exe é o pagamento do benefício de Aposentadoria Normal (BAN), ocasião em que o participante tem direito ao recebimento de uma renda mensal entre II e III, conforme a Figura 1. O cálculo do benefício de AN é feito por $BAN = \frac{RI + AE}{F(i, e^{(0)})}$, sendo RI a reserva individual, $e^{(0)}$ a expectativa de vida do participante na data de aposentadoria, AE o Aporte Extraordinário (caso o participante tenha direito) e $F(\cdot)$ o fator que transforma a reserva no instante da aposentadoria em benefício pago até a expectativa de sobrevivência em anuidade (Dickson et al., 2013), considerando a taxa de juros i . Por se tratar de um benefício CD, o equilíbrio atuarial do BAN não é afetado por mudanças de distribuição demográfica da força de trabalho, pois o valor do benefício é calculado, e periodicamente atualizado, em função do saldo de conta acumulado e da expectativa de vida do participante (Lei n.

12.618, 2012). No entanto, todos os benefícios BD após a aposentadoria dependem do valor BAN e, dessa forma, as alterações dos critérios de aposentadoria do RPPS se refletem na aposentadoria complementar do servidor.

O Aporte Extraordinário (AE) tem características exclusivas e aumenta, para algumas carreiras de servidores e na data do cálculo do valor da aposentadoria, o valor do saldo de conta individual de maneira inversamente proporcional ao tempo de contribuição necessário para a aposentadoria. Esse benefício proporciona aos professores do ensino básico e às servidoras mulheres, por exemplo, um aumento do benefício de aposentadoria baseado na razão $35/T$, sendo T o tempo de serviço necessário para aposentadoria no RPPS (Lei n. 12.618, 2012). O principal objetivo do AE é aumentar o valor do BAN. No entanto, como todos os benefícios não programados após a aposentadoria dependem do valor BAN, todos os benefícios após II possuem um benefício AE associado. A

metodologia proposta neste trabalho considera a análise atuarial desagregada por perfil atuarial, o que permite que planos previdenciários semelhantes à Funpresp-Exe possam ser modelados com maior facilidade.

Caso o servidor venha a óbito antes de II, os dependentes têm direito ao recebimento do benefício

$$BP = \max \left\{ \left[\text{Média}(BC_{80\%}) - RPPS \right] \cdot \frac{\%MC}{8.5\%} \cdot 70\%; 2 \cdot URP \right\}$$

8

sendo “Média (BC80%)” a média aritmética das 80% maiores remunerações, RPPS o benefício recebido pela previdência oficial, MC a média das alíquotas de contribuições – que pode variar entre 7,5%, 8,0% e 8,5% – e URP a Unidade de Referência do Plano. O valor considerado neste trabalho para URP é de R\$ 100. Além

de pensão por morte do participante ativo (BP), entre a morte do participante e V, conforme a Figura 1. O valor de BP é determinado em função da diferença entre a média dos 80% maiores salários do servidor e o valor pago pelo RPPS. No entanto, para esse benefício há um redutor de 70%. O BP é calculado por:

da morte, o servidor também está exposto ao risco da invalidez até II, apresentado no esquema da Figura 1. Para esse propósito, o servidor terá direito ao recebimento do benefício de aposentadoria por invalidez (BAI) entre a data da invalidez e IV, conforme a Figura 1. O BAI é determinado por:

$$BAI = \max \left\{ \left[\text{Média}(BC_{80\%}) - RPPS \right] \cdot \frac{\%MC}{8.5\%}; 2 \cdot URP \right\}$$

9

A Tabela 1 mostra o resumo dos prazos, cálculo e alíquota de custeio dos benefícios apresentados na Figura 1. Por meio dela, percebe-se que todos os benefícios derivam do cálculo de BAN, BP ou BAI, e AE (caso o participante tenha direito). Adicionalmente, estendendo o conceito de modalidade adotado para o benefício programado para

os demais benefícios não programados, é informada a característica do benefício como BD, CD e CV. Antes da aposentadoria normal (AN) todos os benefícios são BD, e após AN são CV. Para mais informações é possível consultar o regulamento da Funpresp-Exe (Funpresp, 2013).

Tabela 1

Resumo dos benefícios da Funpresp-Exe.

Benefício	Sigla	Início	Prazo	Fórmula	Alíquota	Característica
Aposentadoria Normal	BAN	II	III	$\frac{RI + AE}{F(i, e^{(0)})}$	AL_AN (τ_4)	CD para RI e CV para AE
Pensão BAN	BANP	Morte	VII	70% BAN	AL_AN (τ_4)	CV
Sobrevida BANP	BANPS	VII	Vitalício	80%, 70% BAN	AL_AN (τ_4)	CV
Aporte extraordinário	AE	II	Vitalício	$RI \left(\frac{35}{T} - 1 \right)$	AL_AN (τ_4), AL_ANBSA (τ_5)	CV
Sobrevida BAN	BANS	III	Vitalício	80% BAN	AL_ANBSA (τ_5)	CV
Pensão BANS	BANPS	Morte	VIII	70%, 80% BAN	AL_ANBSA (τ_5)	CV
Sobrevida BANS	BANSPS	VIII	Vitalício	80%, 70%, 80% BAN	AL_ANBSA (τ_5)	CV
Pensão	BP	Morte	V	Equação 8	AL_AT (τ_1)	BD
Sobrevida BP	BPS	V	Vitalício	80% BP	AL_AT (τ_1)	BD
Aposentadoria por invalidez	BAI	Invalidez	IV	Equação 9	AL_AI (τ_2)	BD
Pensão BAI	BAIP	Morte	VI	70% BAI	AL_AI (τ_2)	BD
Sobrevida BAIP	BAIPS	VI	Vitalício	80%, 70% BAI	AL_AI (τ_2)	BD
Sobrevida BAI	BAIS	IV	Vitalício	80% BAI	AL_AIBSA (τ_3)	BD
Pensão BAIS	BAISP	Morte	IX	70%, 80% BAI	AL_AIBSA (τ_3)	BD
Sobrevida BAISP	BAISPS	IX	Vitalício	80%, 70%, 80% BAI	AL_AIBSA (τ_3)	BD

Fonte: Elaborado pelo autor baseado no regulamento Funpresp-Exe.

Para que todos os benefícios não programados possam ser honrados pela entidade, está vinculada a cada um deles uma alíquota específica, que é paga por todos os contribuintes do plano durante a fase de acumulação. São considerados 4 perfis de servidores federais estatutários (professor, professora, servidor e servidora) e 5 alíquotas para cobertura dos benefícios não programados, conforme apresentado na Tabela 1. As alíquotas são $AL_AT (\tau_1)$, $AL_AI (\tau_2)$, $AL_AIBSA (\tau_3)$, $AL_AN (\tau_4)$ e $AL_ANBSA (\tau_5)$. É importante destacar que os intervalos dos somatórios do NET atuarial de cada uma dessas alíquotas (equações 2 e 3) dependem do tipo de benefício e do perfil atuarial, estão representados na Figura 1 e detalhados nas equações 12, 13, 14, 15 e 16, respectivamente, no Apêndice A deste trabalho.

Além disso, alguns desses benefícios estão condicionados à ocorrência de um decremento. Por exemplo, para calcular o NET atuarial no instante x do benefício de aposentadoria por invalidez (BAI) iniciado na idade t , a probabilidade ${}_h p_x^{(mor)}$ da Equação 3 é a probabilidade de o servidor inválido permanecer vivo, considerando a tábua de vida de inválidos ${}_{inv} p_x^{(mor)}$. Além disso, é necessário multiplicar o valor encontrado na Equação 3 pela probabilidade de o participante ter sobrevivido aos decrementos de morte e invalidez até antes da idade t . Por fim, também é necessário multiplicar pela probabilidade de o participante se tornar inválido na idade t ($q_t^{(inv)}$), conforme apresentado na Equação 14 no Apêndice A. Com relação às probabilidades ${}_h p_x^{(mor)}$, no caso das pensões, quando o participante já faleceu, o recebimento do benefício está condicionado à probabilidade de que pelo menos um membro da família esteja vivo (Funpresp, 2013).

Esses benefícios são custeados, inicialmente, pelo montante acumulado na reserva do participante e, caso não sejam suficientes, pelo fundo comum (Funpresp, 2013). Dessa forma, esses benefícios estão sujeitos a déficit em situações de desequilíbrio atuarial, mudanças da legislação do RPPS, mudança na demografia dos participantes ou caso a alíquota seja insuficiente para o custeio.

A seção a seguir apresenta as principais alterações na legislação previdenciária de interesse do RPC, bem como as premissas legais consideradas para essa aplicação.

4.2 Premissas Legais

Apesar de os benefícios não programados serem de responsabilidade da Funpresp-Exe, os valores dependem de parâmetros estabelecidos pelo RPPS, que foram alterados pela EC n. 88 e, mais recentemente, pela EC n. 103. Até a vigência da EC n. 88, o valor dos benefícios no RPPS de aposentadoria por invalidez e de pensão por morte do participante ativo eram iguais ao último salário em atividade, limitado pelo teto do RGPS, e os critérios de aposentadoria por idade eram de 65 anos para homens,

60 anos para mulheres e 5 anos a menos para cada sexo caso o servidor fosse professor do ensino básico. As demais condições de elegibilidade eram: tempo de contribuição de 35 e 30 anos para homens e mulheres, respectivamente, e 10 anos de serviço. Após a EC n. 103, a idade de aposentadoria para servidora passa a ser 62 anos, e 57 anos para professora.

Além disso, o valor pago pelo RPPS para os benefícios de aposentadoria por invalidez e de pensão por morte do participante ativo após a EC n. 103 passam a depender, caso não estejam associados às atividades de trabalho, do tempo de contribuição. As mudanças para invalidez e pensão, como veremos a seguir, geram, indiretamente, os maiores impactos nas alíquotas da Funpresp-Exe, pois os benefícios BP e BAI dependem do valor pago pelo RPPS.

Por fim, supõe-se que o servidor solicita a aposentadoria quando atinge a idade de aposentadoria nas duas situações legais.

4.3 Premissas Biométricas

A Funpresp-Exe utiliza a tábua de vida RP-2000, com aplicação da redução atuarial que corrige a evolução temporal da probabilidade de morte (Funpresp, 2015). A metodologia, bem como os dados de correção temporal, pode ser encontrada em Actuaries (2000).

Neste trabalho serão comparadas duas tábuas de mortalidade RP-2000, a primeira na data de 2015 (doravante, RP), data de referência das análises, e a segunda 20 anos depois (chamada de RP+20), isto é, com projeção de probabilidades de mortalidade na data de 2035. Considerando a tábua RP+20, há aumento de 1,61 ano na expectativa de vida dos homens aos 60 anos de idade e um aumento de 1,46 ano na idade de 65 anos. O primeiro aumento é importante para os professores e o segundo para os demais servidores. No caso das mulheres, o aumento é de 0,95 ano aos 55 anos de idade e de 0,92 ano aos 60 anos de idade. De maneira análoga, o primeiro aumento é importante para as professoras e o segundo para as demais servidoras. As diferenças entre as expectativas de sobrevivência nas duas tábuas serão utilizadas para avaliar a sensibilidade de mudanças nas probabilidades de mortalidade no cálculo das alíquotas justas e de equilíbrio.

A Funpresp-Exe adota a tábua apresentada em Cardoso (2013) para a probabilidade de entrada em invalidez. Além de mortalidade e entrada em invalidez, é necessário utilizar uma base de dados para a mortalidade entre os inválidos. A probabilidade de mortalidade entre os inválidos para diferentes idades de entrada em invalidez é dada por Ribeiro (2006).

As tábuas de mortalidade e invalidez modelam a probabilidade de alteração na situação de “ativo” do participante de forma independente. Essa é uma abordagem denominada unidimensional, em que há apenas um decremento experimentando a situação de

ativo do participante. No entanto, tais fatores agem de forma concomitante, isto é, há mais de um fator tentando impedir que o servidor permaneça na situação de “ativo”. Dessa forma, a permanência na situação de contribuição possui múltiplos decrementos. Diante da eventual inexistência ou indisponibilidade de acesso a dados, é possível obter tábuas com múltiplos decrementos, com etapas detalhadas por Castro (1997), utilizando as probabilidades unidcrementais e considerando a hipótese de ocorrência uniforme dos decrementos (Pinheiro, 2005).

4.4 Premissas Demográficas

Conforme apresentado em seções anteriores, além dos decrementos atuariais, o cálculo das alíquotas de custeio dos benefícios não programados envolve outros fatores, como taxa de crescimento salarial e composição da força de trabalho segundo sexo, idade de entrada no RPC e ocupação.

Neste trabalho, tais premissas foram determinadas utilizando os registros administrativos disponíveis na Relação Anual de Informações Sociais (Rais), responsável por consolidar os dados do trabalho formal. Para uma versão desses dados com acesso aos registros de identificação dos servidores, o trabalho de Santos et al. (2018) identifica inconsistências e propõe correções para determinar o quantitativo de servidores em nível de ente federado. No entanto, os registros da base pública da Rais utilizada neste artigo são não identificados e são utilizados apenas para estimativas em nível nacional. Apesar da possibilidade de inconsistência, o uso dos dados de forma agregada, relativa e em nível nacional não é comprometido, conforme o Ministério do Trabalho e Previdência Social (2016). Além disso, os resultados dessa base de dados foram utilizados para determinar as quantidades relativas

da massa de trabalhadores segundo perfil atuarial e taxas de crescimento salariais anuais nacionais.

Foram considerados os registros de servidores vinculados aos órgãos de nível federal e sob o regime estatutário com data de admissão no serviço público após 2004. Os servidores foram classificados segundo tipo de regime, sendo RPPS aqueles com salário inferior ao teto da previdência oficial e RPC os demais. Além disso, foram excluídos os registros vinculados às corporações de bombeiros, policiais militares e das forças armadas, existentes na base de dados. Foram identificados os servidores da educação básica por meio dos códigos 231, 232 e 233 para o subgrupo na Classificação Brasileira de Ocupações (CBO).

As frequências relativas M_z dos perfis atuariais, apresentadas na Equação 6, são determinadas pela combinação de sexo e ocupação dos servidores. Para avaliar a sensibilidade das alíquotas às mudanças de M_z , foram criados dois cenários. A primeira distribuição M_z é formada pelo percentual relativo de servidores elegíveis para o plano da Funpresp-Exe na Rais em 2015 (base de estoque). A segunda configuração M_z será formada pela distribuição relativa média de servidores elegíveis à Funpresp-Exe, com data de admissão entre os anos de 2015 e 2017, denominada de base de entrada.

A parte (a) da Figura 2 apresenta a quantidade de servidores que estão no serviço público segregados por idade em cada perfil atuarial em 2015 (base de estoque). É possível notar uma distribuição modal próxima à idade de 35 anos, com média próxima a 37 anos. Com base na parte (b) da Figura 2, a distribuição de servidores que entram no serviço público (base de entrada) e que são elegíveis ao RPC é assimétrica à direita, com moda próxima a idades de 30 anos e média próxima a 35 anos. Além disso, a base de estoque possui menos de 8% de profissionais de educação, enquanto a base de fluxo de entrada tem mais de 13%.

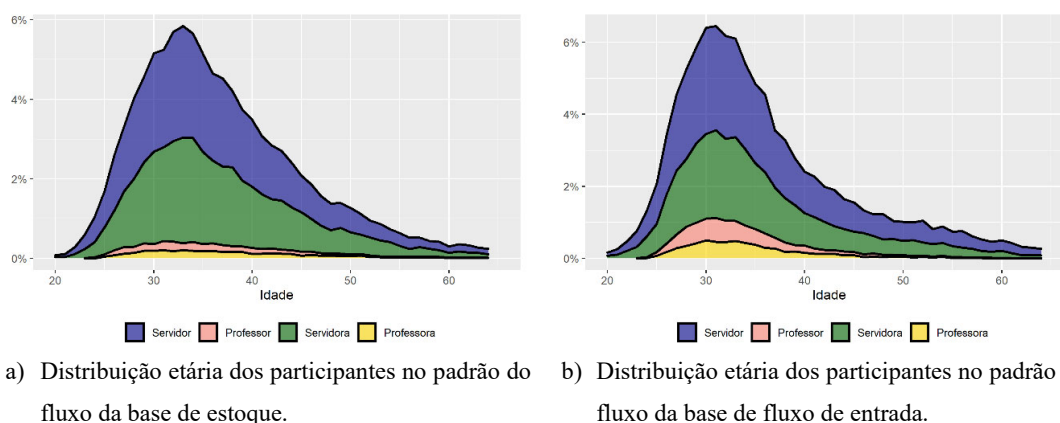


Figura 2. Distribuição dos registros elegíveis por perfil atuarial que estão na Relação Anual de Informações Sociais (Rais) 2015. Os registros do estoque são aqueles que estavam na base no início de 2015 e que permaneceram até o final de 2015. A base de fluxo de entrada considera o percentual médio dos registros que entraram entre 2015 e 2017 e permaneceram até o final de cada período.

Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados da Relação Anual de Informações Sociais.

A base de dados da Rais também foi utilizada para calcular as taxas de crescimento salarial anual por perfil atuarial. Para isso, foram considerados os registros que se mantiveram em seus cargos até o fim de cada ano analisado e com tempo de serviço compatível à entrada em 2006. Isso é feito, por exemplo, filtrando registros de 2006 que tenham menos de 1 ano de tempo de serviço. Para o ano de 2007, os registros têm entre 1 a 2 anos e assim sucessivamente até o ano de 2017, ficando com pouco mais de 90 mil registros para todos os anos. Com os valores dos salários deflacionados pelo IPCA com data de 2006, o crescimento salarial nacional médio de cada perfil foi estimado por meio do modelo $E(S|A) = S_{2006} + w \times A$

sendo S o salário real estimado, A o número do ano (iniciando 0 para 2006), w o crescimento salarial real anual e S_{2006} o salário inicial em 2006. Diferentemente da proposta apresentada por Giambiagi e Afonso (2009), com os salários em progressão geométrica, neste trabalho adota-se a progressão aritmética para os salários reais. Dessa forma, a taxa de crescimento salarial real, apresentação na Equação 2 por j , não é constante e é calculada por $j_t = \frac{w}{S_{2006} + w \cdot t}$, sendo t o instante de análise após a entrada no serviço público, S_{2006} o salário inicial e w o crescimento bruto real por ano. As estimativas do modelo para o cálculo de j_t são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2

Salário inicial médio em reais (R\$) e crescimento médio real anual bruto por perfil atuarial

Ocupação	Regime	Salário inicial (S_{2006})		Aumento (w)	
		Homem	Mulher	Homem	Mulher
Educação	RPPS	R\$ 1.521,02	R\$ 1.455,51	R\$ 70,08	R\$ 70,56
Educação	RPC	R\$ 4.576,85	R\$ 4.524,39	R\$ 83,86	R\$ 82,16
Demais	RPPS	R\$ 1.293,67	R\$ 1.362,26	R\$ 56,22	R\$ 48,33
Demais	RPC	R\$ 5.670,53	R\$ 5.203,16	R\$ 23,57	R\$ 33,79
Teto RGPS		R\$ 2.577,54		R\$ 20,23	

Nota: Valores deflacionados (IPCA) para 2006. Regime Próprio de Previdência Social (RPPS). Regime de Previdência Complementar (RPC).

Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados da Relação Anual de Informações Sociais.

Os resultados mostram que no RPC os profissionais da área da educação têm salário inicial menor do que os demais profissionais (S_{2006}), porém crescimento anual maior, identificado pelo coeficiente angular (w). Para o mesmo período e data de referência, o teto previdenciário tem valor inicial estimado de R\$ 2.577,54 e crescimento de R\$ 20,23. Em 2006, o teto previdenciário deflacionado observado foi de R\$ 2.586,92.

A EC n. 103 estabelece condicionantes para determinar o valor dos benefícios de aposentadoria por invalidez e pensão por morte de ativo. Quando a morte ou invalidez do participante ativo ocorre durante a atividade laboral ou no trajeto casa-trabalho, o benefício do RPPS é integral. Caso contrário, é proporcional ao tempo de contribuição. Utilizando os registros da Rais,

estimou-se que 11,85% dos casos de invalidez estavam relacionados ao trabalho do servidor, enquanto a morte é apenas 1,05% dos casos.

Os benefícios de pensão dependem da composição familiar do participante. Neste trabalho, é adotada uma família padrão com pai, mãe e duas filhas. As duas filhas são um critério conservador, pois a tábua das mulheres tem maior expectativa de vida. O homem é 3 anos mais velho do que a mulher, sendo a primeira filha nascida aos 30 e a segunda aos 32 anos de idade da mulher (Gouveia et al., 2018). As regras para o direito de recebimento de pensão do cônjuge são as mesmas do RPPS e os filhos recebem até os 21 anos. A idade de entrada no mercado é o mínimo entre a idade de entrada no RPC, com cenários a partir de 20 anos, e a idade de 25 anos.

5. RESULTADOS

Os resultados deste trabalho estão direcionados para análise de sensibilidade das alíquotas atuarialmente justa, expressa na Equação 4, e alíquotas de equilíbrio, expressas na Equação 7, dos benefícios não programados do plano

previdenciário da Funpresp-Exe, considerando cenários de mudanças legais, biométricas e demográficas.

Para os cálculos realizados a seguir, considere-se a taxa de juros básica de $i = 4\%$ ao ano (a mesma

adotada pelo fundo) e o índice de inflação do Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) para correção de valores financeiros. Por simplificação, mas sem perda de generalidade, os pagamentos de contribuição e o recebimento de benefícios consideram intervalos anuais. A data de referência utilizada para a análise dos resultados é janeiro de 2015 e coincide, propositalmente, com o período de início de atividades do fundo.

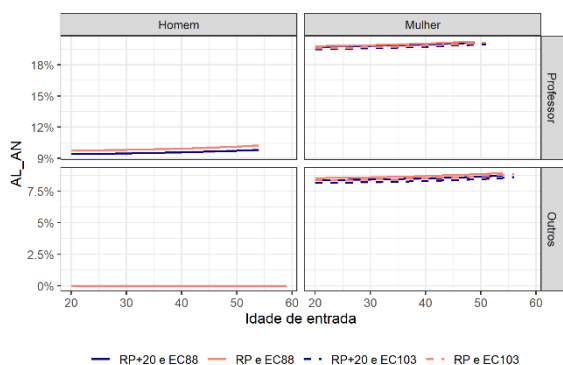
5.1 Alíquotas Atuarialmente Justas

A Figura 3 apresenta, para cada perfil atuarial (combinação de idade de entrada, sexo e ocupação), as alíquotas de equilíbrio para mudanças legais (EC n. 88 e EC n. 103) e mudanças biométricas (RP e RP+20), identificadas combinando tipo e cor da linha, respectivamente.

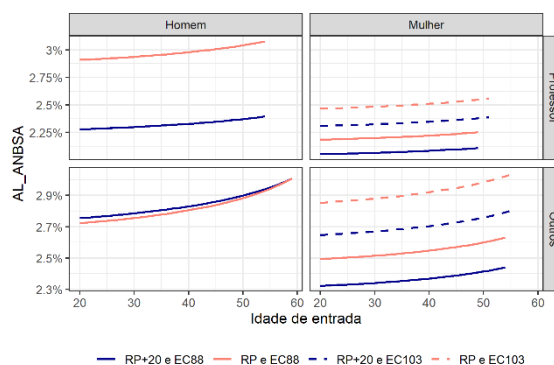
Por meio do gráfico (a) na Figura 3, nota-se que o saldo de conta é capaz de custear quase integralmente os benefícios associados à alíquota AL_AN, para os perfis que não possuem AE (aporte extraordinário), e é pouco afetado pela idade de entrada do participante, o que é evidenciado pela leve inclinação da alíquota atuarialmente

justa ao longo das idades de entrada. Isso se deve ao fato de o benefício estar em função do valor BAN (benefícios de aposentadoria normal), que é determinado em função da RI acumulada, benefício CD. No entanto, é um benefício que tem alíquota sensível às mudanças das composições de servidores, pois muda para cada perfil em razão da diferença entre as idades de aposentadoria e diferentes níveis de benefício AE. A mudança na legislação (linhas contínuas e pontilhadas) alterou discretamente apenas o valor das alíquotas atuarialmente justas para mulheres. Essa alíquota é muito pouco afetada por mudanças biométricas (azul e vermelha) em quaisquer cenários.

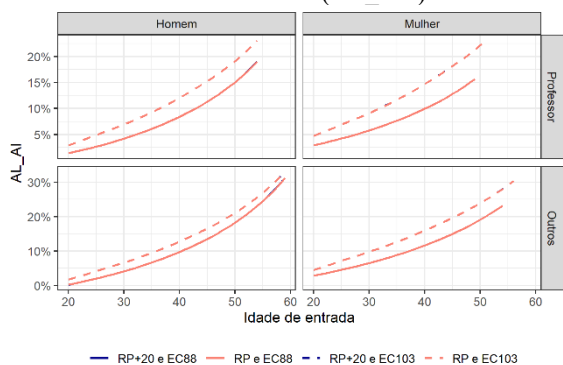
Com relação à AL_ANBSA, percebe-se, por meio do gráfico (b) na Figura 3, que a alíquota necessária para custear a demanda atuarial relativa ao benefício de sobrevivida é pouco influenciada pela idade de entrada do participante, pois, assim como na AL_AN, os benefícios dessa alíquota são determinados após o cálculo do valor de aposentadoria normal e baseados no RI. Além disso, percebe-se que a reforma previdenciária da EC n. 103 afetou apenas as alíquotas das servidoras e professoras.



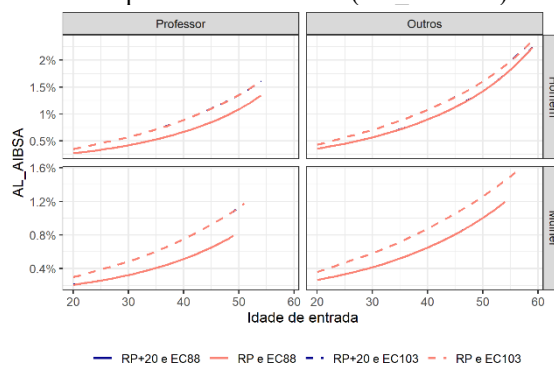
a) Alíquota atuarialmente justa para o custeio dos benefícios durante a aposentadoria normal (AL AN).



b) Alíquota atuarialmente justa para o custeio dos benefícios durante o benefício de sobrevivida em aposentadoria normal (AL ANBSA).

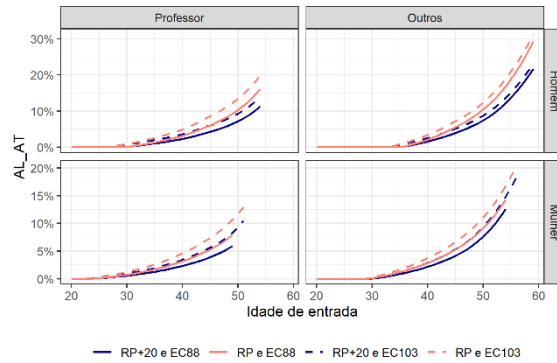


c) Alíquota atuarialmente justa para o custeio dos benefícios durante a aposentadoria por invalidez (AL AI).



d) Alíquota atuarialmente justa para o custeio dos benefícios durante o benefício de sobrevivida em aposentadoria por invalidez (AL AIBSA).

Figura 3. Alíquota atuarialmente justa τ^* para o custeio dos benefícios não programados considerando diferentes perfis atuariais, formados pela combinação de idade de entrada no RPC, sexo e ocupação (professor ou não) do participante.



e) Alíquota atuarialmente justa para o custeio dos benefícios durante a pensão por morte de participante ativo (AL_AT).

Figura 3. Cont.

Fonte: Elaborada pelos autores.

O gráfico (c) na Figura 3 indica que a alíquota atuarialmente justa dos benefícios relacionados à aposentadoria por invalidez (AL_AI) aumenta de acordo com o aumento da idade de entrada no RPC. Isso é resultado da combinação aumento da probabilidade de invalidez nas idades mais elevadas e dos baixos montantes de reserva individual para os que entram tardiamente no RPC. Além disso, o benefício foi intensamente afetado pela reforma previdenciária, que aumenta a disparidade entre a remuneração média e o valor pago pelo RPPS, conforme apresentado na Equação 9. Esses resultados sugerem a necessidade, assim como na EC n. 103, de considerar o tempo de contribuição para determinar o valor do benefício BAI e, assim, reduzir a disparidade entre os custos previdenciários dos servidores com diferentes idades de entrada no plano.

O gráfico (d) na Figura 3 indica que a alíquota necessária para custear a demanda atuarial relativa ao benefício de sobrevivência de aposentadoria por invalidez (AL_AIBSA) depende da idade de entrada do participante e é sensível às mudanças na legislação. Isso se deve ao fato de os benefícios dessa alíquota dependerem do valor pago na aposentadoria por invalidez (BAI), que, por sua vez, é determinado em função do valor pago pelo RPPS.

Por fim, analisando o gráfico (e) na Figura 3, assim como para a AL_AI, percebe-se que a alíquota justa para AL_AT é maior para os servidores que entram tardiamente no RPC. Também é possível perceber que há redução do

valor da alíquota quando há um aumento da expectativa de vida, observada pela diferença entre as tábuas RP e RP-20. Além disso, a reforma previdenciária exige maior esforço coletivo para cobertura dos benefícios associados à alíquota AL_AT, pois a EC n. 103 aumentou a diferença entre o salário do servidor e o valor pago pelo RPPS para a pensão por morte do participante ativo.

5.2 Alíquotas de Equilíbrio

Embora a desagregação por fonte de custo e perfil atuarial permita análises específicas das alíquotas atuarialmente justas, os benefícios não programados são custeados de forma coletiva por meio da alíquota de equilíbrio, proposta neste trabalho resolvendo as equações 5, 6 e 7.

A Tabela 3 apresenta, de forma agregada, a alíquota de equilíbrio geral para as duas bases de dados, com as diferentes tábuas biométricas e mudanças na legislação. Além disso, os resultados são apresentados para diferentes percentuais de contribuições $c = \{7.5\%, 8\%, 8.5\%\}$. Percebe-se que as alíquotas de equilíbrio são indiferentes à escolha do percentual de contribuição (c) que incide sobre o salário de participação do servidor. Dessa forma, a decisão do participante não afeta o equilíbrio do plano, isto é, os participantes recebem os benefícios previdenciários não programados proporcionalmente ao percentual de contribuição escolhido.

Tabela 3

Alíquota de equilíbrio τ (%) geral para o custeio dos benefícios não programados do plano, desagregados por configuração de estoque e entrada dos servidores

c (%)	Estoque				Fluxo de entrada			
	EC n. 88		EC n. 103		EC n. 88		EC n. 103	
	RP+20	RP	RP+20	RP	RP+20	RP	RP+20	RP
7,5	16,6	16,7	21,0	21,1	16,2	16,3	20,2	20,3
8,0	16,6	16,7	21,0	21,1	16,2	16,3	20,2	20,3
8,5	16,6	16,7	21,0	21,1	16,2	16,3	20,2	20,3

Nota: A descrição RP+20 refere-se à tábua RP2000+20 com mortalidade reduzida em 20 anos e a RP para a RP-2000. EC n. 103 indica a mudança na legislação previdenciária em 2019.

Fonte: Elaborada pelos autores.

No padrão de entrada, antes da reforma, a alíquota com a tábua biométrica da RP-2000 é de 16,2% e há redução de 0,1% em razão do aumento da expectativa de vida, a mesma redução observada na base de estoque antes da reforma. Comparando com o custeio na EC n. 88, a reforma da EC n. 103 aumenta em 4,4% a alíquota na base de estoque em ambas as tábuas de mortalidade. Considerando a base de entrada, o aumento foi de 4% nos dois cenários

de expectativa de vida. Por se tratar do primeiro estudo sobre as alíquotas dos benefícios não programados para o RPC, os resultados não puderam ser comparados com a literatura. No entanto, as alíquotas de equilíbrio antes da reforma estão próximas da alíquota de 17,95% adotada pela Funpresp-Exe (Funpresp, 2013). A Tabela 4 apresenta as alíquotas de equilíbrio específicas para os diferentes cenários demográficos, biométricos e legais.

Tabela 4

Alíquotas de equilíbrio específicas $\bar{\tau}_a$ (%) para o custeio dos benefícios não programados do plano, desagregadas por configuração de estoque e fluxo dos servidores

Custeio ($\bar{\tau}_i$)	Estoque				Fluxo de entrada			
	EC n. 88		EC n. 103		EC n. 88		EC n. 103	
	RP+20	RP	RP+20	RP	RP+20	RP	RP+20	RP
AL_AT (τ_1)	0,5	0,6	1,1	1,4	0,3	0,3	0,8	1,0
AL_AI (τ_2)	8,1	8,0	11,4	11,3	7,4	7,4	10,6	10,5
AL_AIBSA (τ_3)	0,7	0,7	0,9	0,9	0,7	0,7	0,9	0,8
AL_AN (τ_4)	4,6	4,6	4,7	4,6	5,1	5,1	5,1	5,1
AL_ANBSA (τ_5)	2,7	2,8	2,9	2,9	2,7	2,8	2,8	2,9
Total	16,6	16,7	21,0	21,1	16,2	16,3	20,2	20,3

Nota: A descrição RP+20 refere-se à tábua RP2000+20 com mortalidade reduzida em 20 anos e a RP refere-se à RP-2000. EC n. 103 indica a mudança na legislação previdenciária em 2019.

Fonte: Elaborada pelos autores.

O modelo indica que o impacto da mudança na legislação foi concentrado, principalmente, nas alíquotas AL_AT (pensão por morte do participante ativo), com aumento próximo a 0,5%, e AL_AI (aposentadoria por invalidez), com aumento superior a 3%, tanto na base de estoque quanto na base do fluxo de entrada. O aumento da expectativa de vida, assim como na análise geral, reduz as alíquotas específicas de AL_AT e AL_ANBSA. Por outro lado, a AL_AI apresentou aumento de 0,1% quando elevada a longevidade dos participantes.

A análise desagregada pelas alíquotas específicas permite observar que a base de fluxo exige o esforço coletivo de 0,5% a mais do que a base de estoque na AL_AN. Esse resultado é explicado pelo maior percentual

de perfis atuariais que têm direito ao benefício de Aporte Extraordinário (AE). Diferentemente, os valores para AL_AI e AL_AT foram maiores na base de estoque, explicados pela maior idade média dos participantes. Dessa forma, apesar da semelhança entre as alíquotas de equilíbrio geral das duas composições de força de trabalho, a metodologia proposta permite identificar que as alíquotas de equilíbrio específicas têm comportamento heterogêneo.

5.3 Proposta de Reforma

Diante dos impactos da mudança na legislação decorrente da EC n. 103 nas alíquotas AL_AT e AL_AI, propõe-se uma alteração no regulamento do plano Funpresp-Exe para

os benefícios de pensão por morte do participante ativo e aposentadoria por invalidez que dependa do tempo de

contribuição. Sugere-se que o benefício BP, originalmente expresso na Equação 8, passe a ser calculado por:

$$BP_{proposta} = \text{máx} \left\{ \left[\text{Média}(BC_{80\%}) - RPPS \right] \cdot [TX] \cdot \frac{\%MC}{8.5\%} \cdot 70\%; 2 \cdot URP \right\} \quad \boxed{10}$$

Sendo TX um percentual que depende do tempo de contribuição para a Funpresp-Exe, determinado por um percentual mínimo (LB) que aumenta a taxa δ a cada ano de contribuição a partir de um tempo de contribuição t . É importante destacar que essa regra é inspirada na alteração realizada pela EC n. 103.

Por meio da simulação e combinação dos valores de $t = (5, 10, 15, 20)$, $LB = (50\%, 60\%, 70\%)$ e $\delta = (1\%, 2\% \text{ e } 5\%)$, determina-se que para manter a alíquota AL_AT próxima a 0,3%, como observada na Tabela 4,

$$BAI_{proposta} = \text{máx} \left\{ \left[\text{Média}(BC_{80\%}) - RPPS \right] \cdot [TX] \cdot \frac{\%MC}{8.5\%}; 2 \cdot URP \right\} \quad \boxed{11}$$

Para essa proposta, realizando a mesma simulação para as combinações $t = (5, 10, 15, 20)$, $LB = (50\%, 60\%, 70\%)$ e $\delta = (1\%, 2\% \text{ e } 5\%)$, de forma a manter a alíquota AL_AI próxima a 7,4%, como se observa na Tabela 4, o gestor

considerando a configuração do fluxo de entrada antes da reforma, o gestor pode escolher $LB = 60\%$, $t = 5$, $\delta = 2\%$ ou $LB = 70\%$, $t = 5$, $\delta = 1\%$. Nessa configuração o benefício do BP inicia-se com a proporção $TX = 60\%$ do valor original, apresentado na Equação 8, e aumenta $\delta = 2\%$ a cada ano após o $t = 5$ anos de contribuição para a Funpresp-Exe.

De maneira análoga, a Equação 11 apresenta a proposta de cálculo para o benefício de aposentadoria por invalidez (BAI) que depende do tempo de contribuição para o plano.

pode escolher $LB = 60\%$, $t = 5$, $\delta = 2\%$ ou $LB = 70\%$, $t = 5$, $\delta = 1\%$. É interessante destacar que a sugestão para as duas alíquotas, AL_AT e AL_AI, é a mesma, o que simplificaria a proposta de alteração do regulamento.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho propõe uma metodologia para o cálculo de alíquotas de custeio de benefícios não programados de aposentadoria por invalidez e pensão com características BD e CV em planos de previdência com benefício programado com característica de Contribuição Definida (CD). Mais especificamente, a metodologia se fundamenta no cálculo de alíquotas atuarialmente justas, alíquotas de equilíbrio específicas e alíquotas de equilíbrio geral para tais benefícios.

Por meio da metodologia proposta, avaliou-se o impacto de mudanças legais, demográficas e atuariais no custeio de benefícios não programados na previdência complementar dos servidores públicos federais do executivo (Funpresp-Exe), desagregando segundo perfis atuariais e fonte de custo. As mudanças na legislação decorrentes da EC n. 103 provocaram um aumento de 4% na alíquota de equilíbrio geral para os benefícios não programados da Funpresp-Exe, fazendo com que a alíquota necessária seja superior à alíquota adotada (17,95%), indicando um risco ao equilíbrio atuarial.

As alíquotas responsáveis pelo custeio da aposentadoria por invalidez (AL_AI) e da pensão por morte do participante ativo (AL_AT) são sensíveis à data de entrada no plano de previdência e às mudanças na legislação da previdência oficial. Além disso, o

impacto da mudança demográfica na alíquota geral, em razão do aumento do percentual de servidores com perfis atuariais que possuem incentivo previdenciário, é camuflado pelo comportamento distinto entre as alíquotas AL_AI e AL_AN (pensão de aposentadoria normal), demonstrando as vantagens do cálculo de alíquotas de equilíbrio específicas, como proposto por este trabalho. Além disso, a metodologia proposta permitiu sugerir mudanças no regulamento que controlem os riscos atuariais e evitem o aumento do valor da alíquota.

O uso de diferentes arranjos familiares, mudanças na taxa de juros e outros decrementos, como saída do RPC e a entrada dos servidores por meio da migração do RPPS para o RPC, são limitações do trabalho e sugerem caminhos para novas pesquisas. As evidências de heterogeneidade de crescimento real dos salários dos servidores também sugerem a necessidade de ampliar o número de perfis atuariais, considerando mais carreiras.

Apesar de aplicada à Funpresp-Exe, a metodologia proposta pode, sem perda de generalidade, ser adaptada para qualquer plano de previdência, principalmente por ter sido modelada em um plano de previdência que oferece benefícios com características CD, BD e CV, que convencionalmente não são analisadas pela literatura.

REFERÊNCIAS

- Actuaries Society. (2000). *The RP-2000 mortality tables*. Recuperado de <https://www.soa.org/>.
- Afonso, L., & Lima, D. (2011). Uma análise dos aspectos distributivos da aposentadoria por tempo de contribuição do INSS com o emprego de matemática atuarial. *Revista Gestão & Políticas Públicas*, 1(2), 7-33.
- Alonso-García, J., Boado-Penas, M., C., & Devolder, P. (2018). Adequacy, fairness and sustainability of Pay-As-You-Go-Pension-Systems: Defined benefit versus defined contribution. *The European Journal of Finance*, 24(13), 1100-1122.
- Ayuso, M., Bravo, J. M., & Holzmann, R. (2016). Addressing longevity heterogeneity in pension scheme design and reform. *IZA Discussion Paper*, (10378).
- Belloni, M., & Maccheroni, C. (2013). Actuarial fairness when longevity increases: an evaluation of the Italian pension system. *The Geneva Papers on Risk and Insurance – Issues and Practice*, 38(4), 638-674.
- Cardoso, S. C. P. (2013). *Demonstração atuarial LEGISPREV*. (Relatório Técnico). Brasília, DF: Funpresp.
- Castro, M. C. (1997). *Entradas e saídas no sistema previdenciário brasileiro: uma aplicação de tábuas de mortalidade*. (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.
- Conselho de Gestão da Previdência Complementar. (2005) *Resolução MPS/CGPC n. 16, de 22 de novembro de 2005*. Recuperado de <http://www.previc.gov.br/regulacao/normas/resolucoes/resolucoes-cgpc>
- Corrêa, C. S. (2018). *Premissas atuariais em planos previdenciários: uma visão atuarial-demográfica*. Curitiba: Appris.
- Dickson, D. C., Hardy, M., Hardy, M. R., & Waters, H. R. (2013). *Actuarial mathematics for life contingent risks*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Donnelly, C. (2015). Actuarial fairness and solidarity in pooled annuity funds. *ASTIN Bulletin*, 45(1), 49-74.
- Fernandes, R., & Gremaud, A. P. (2003). *Texto para discussão 1: Regime de previdência dos servidores públicos: equilíbrio financeiro e justiça atuarial*. Brasília, DF: ESAF.
- Freire, D. R., & Afonso, L. E. (2015). Are the contribution 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), 1-25.
- Fundação de Previdência Complementar do Servidor Público (Funpresp). (2013). *Regulamento do plano de benefício da previdência complementar do poder executivo federal*. (Regulamento). Recuperado de <https://www.funpresp.com.br/nossos-planos/execprev-participante-ativo-normal/>.
- Fundação de Previdência Complementar do Servidor Público (Funpresp). (2015). *Relatório de fundamentação das premissas atuariais atualizadas na avaliação atuarial de 2014*. (Relatório técnico). Recuperado de <https://www.funpresp.com.br/transparencia/transparencia/relatorio-anual/2014/>.
- Giambiagi, F., & Afonso, L. E. (2009). Cálculo da alíquota de contribuição previdenciária atuarialmente equilibrada: uma aplicação ao caso brasileiro. *Revista Brasileira de Economia*, 63, 153-179.
- Gouveia, A. L. L. A., Souza, F. C. d., & Rêgo, L. C. (2018). Justiça atuarial nos cálculos previdenciários: aplicação de um modelo multidecremental para comparação da regra do fator previdenciário e da idade mínima. *Revista Contabilidade & Finanças*, 29(78), 469-486.
- Heiland, F., & Yin, N. (2014). Have we finally achieved actuarial fairness of social security retirement benefits and will it last? Michigan Retirement Research Center. *Working Paper*, (2014-307). Retrieved from <http://hdl.handle.net/2027.42/109395>.
- Kolling, R., Petri, S. M., & Marques, T. O. (2012). Análise dos planos de benefícios do Instituto de Seguridade Social dos Correios e Telégrafos: um estudo de dois casos no plano benefício definido Saldado e POSTALPREV. *ConTexto*, 12(22), 75-85.
- Lei n. 12.618, de 30 de abril de 2012. (2012, 2 de maio). *Diário Oficial da União*. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12618.htm
- Martins, F. G. L., & Campani, C. H. (2019). Quem perde e quem ganha com a PEC 287/2016? Uma análise pela variação da riqueza atuarial do segurado urbano brasileiro do regime geral de previdência social. *Revista de Administração Pública*, 53(2), 432-460.
- Meneu, R., Devesa, E., Devesa, M., Domínguez, I., & Encinas, B. (2016). Adjustment mechanisms and intergenerational actuarial neutrality in pension reforms. *International Social Security Review*, 69(1), 87-107.
- Ministério do Trabalho e Previdência Social (MTPS). (2016). *Nota técnica MTPS 088/12* (Relatório técnico). Recuperado de <ftp://ftp.mtps.gov.br/pdet/microdados>.
- Oliveira, F. E. B., Beltrão, K. I., & Maniero, L. V. F. (1997). Alíquotas equânimes para um sistema de seguridade social. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. *Texto para Discussão*, (0524).
- Pinheiro, R. P. (2005). *Riscos demográficos e atuariais nos planos de benefício definido e de contribuição definida num fundo de pensão*. (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Recuperado de <http://hdl.handle.net/1843/MCCR-6W9PQK>.
- Queisser, M., & Whitehouse, E. (2006). Neutral or Fair?: Actuarial concepts and pension-system design. *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, (40). Retrieved from https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/neutral-or-fair_351382456457.
- Rangel, L. A., & Saboia, J. L. (2013). Criação da previdência complementar dos servidores federais: motivações e implicações na taxa de reposição das futuras aposentadorias. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. *Texto para Discussão*, (1847). Recuperado de https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_1847.pdf.

- Ribeiro, A. J. F. (2006). *Um estudo sobre mortalidade dos aposentados por invalidez do regime geral da previdência social (RGPS)*. (Tese de Doutorado). Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Recuperado de <http://hdl.handle.net/1843/MCCR-6VSQ5D>.
- 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.
- Santos, C. H. M., Martins, F. S., Cavalcante, C. V., & Mattos, L. M. (2018). O quão compatíveis são os dados da RAIS e os dos demonstrativos previdenciários brasileiros: estimativas preliminares para o período 2006-2015. In Ministério da Fazenda. *Regimes previdenciários e situação atuarial*. Brasília, DF: MF.
- Souza, F. C. (2018). A heterogeneidade da mortalidade da população brasileira e aspectos distributivos na previdência social: uma análise atuarial da proposta de idade mínima de aposentadoria. *Administração Pública e Gestão Social*, 10(1), 2-11. Recuperado de <https://periodicos.ufv.br/apgs/article/view/5439/html>
- Yang, S. S., & Huang, H. C. (2009). The impact of longevity risk on the optimal contribution rate and asset allocation for defined contribution pension plans. *The Geneva Papers on Risk and Insurance – Issues and Practice*, 34(4), 660-681.

APÊNDICE A

Notação para o NET atuarial:

$NBP(\tau_1)$ é o NET atuarial para os benefícios BP e BPS, considerando uma alíquota τ_1 para AL_AT; $NBAI(\tau_2)$ é o NET atuarial para os benefícios BAI, BAIP e BAIPS, considerando uma alíquota τ_2 para AL_AI; $NBAIS(\tau_3)$ é o NET atuarial para os benefícios BAIS, BAISP e BAISPS, considerando uma alíquota τ_3 para AL_AIBSA; $NBANP(\tau_4)$ é o NET atuarial para os benefícios BAN, BANP e BANPS, considerando uma alíquota τ_4 para AL_AN; $NBANPS(\tau_5)$ é o NET atuarial para os benefícios BANS, BANSP e BANSPS, considerando uma alíquota τ_5 para AL_ANBSA.

Notação para idades ou instantes no tempo:

I é a idade de entrada no RPC; II é a idade de aposentadoria; III é a idade esperada do benefício de aposentadoria normal; IV é a idade esperada para o pagamento do benefício de aposentadoria por invalidez; V é a idade esperada para o pagamento do benefício de pensão; VI é a idade esperada para o pagamento do benefício de pensão por morte do participante aposentado por invalidez; VII é a idade esperada do benefício de pensão por morte do participante em aposentadoria normal; VIII é a idade esperada do benefício de pensão do participante em benefício de sobrevivência de aposentadoria normal; IX é a

idade esperada para o pagamento do benefício de pensão por morte do participante em benefício de sobrevivência de aposentadoria por invalidez.

Notação para os instantes de ocorrência de morte, invalidez, morte do inválido e morte do aposentado:

k é o índice para a idade de morte do participante; x é o índice para a idade de invalidez; y é o índice para a idade de morte do participante inválido; z é o índice para a idade de morte do participante aposentado.

Notação para representação das probabilidades de morte e sobrevivência:

$q_{1,k}^{(mor)}$ é a probabilidade de morte em múltiplos decrementos do participante em k ; $p_1^{(mor,inv)}$ é a probabilidade de sobrevivência em múltiplos decrementos do participante; $p_1^{(mor)}$ é a probabilidade de sobrevivência do participante à morte (unidecremental); $q_{1,x}^{(inv)}$ é a probabilidade de invalidez em múltiplos decrementos em x ; ${}^{inv}p_2^{(mor)}$ é a probabilidade de sobrevivência do inválido (unidecremental); ${}^{inv}q_{2,y}^{(mor)}$ é a probabilidade de morte do participante inválido em y (unidecremental); $p_3^{(mor)}$ é a probabilidade de sobrevivência de pelo menos um pensionista.

Notação para representação do valor presente das contribuições (VPC) e dos benefícios (VPB):

$R(\tau, q, t)$ é o valor presente da soma do valor restante da reserva individual (RI menos o valor pago para a aposentadoria normal caso o participante morra após II) e de contribuição acumulada para a alíquota τ até o instante t , considerando q a probabilidade de sobrevivência; BP é o valor presente de benefício de pensão para morte do participante ativo pago após k e enquanto o pensionista estiver vivo/elegível ou até V ; BPS é o valor presente de benefício de sobrevida de pensão por morte do participante ativo pago após V e enquanto o pensionista estiver vivo/elegível; BAI é o valor presente recebido de benefício de aposentadoria por invalidez pago após x e até y ; $BAIP$ é o valor presente de benefício de pensão de aposentadoria por invalidez pago após y e enquanto o pensionista estiver vivo/elegível ou até VI ; $BAIPS$ é o valor presente do benefício de sobrevida de pensão de aposentadoria por invalidez pago após VI e enquanto o pensionista estiver vivo/elegível; $BAIS$ é o valor presente para o benefício de sobrevida de aposentadoria por invalidez pago após

V e enquanto o participante estiver vivo; $BAISP$ é o valor presente do benefício de pensão de sobrevida em aposentadoria por invalidez pago enquanto o pensionista estiver vivo/elegível ou até IX ; $BAISPS$ é o valor presente do benefício de sobrevida de pensão de sobrevida em aposentadoria por invalidez pago após IX e enquanto o pensionista estiver vivo/elegível; $BANP$ é o valor presente do benefício de pensão por morte do participante em aposentadoria normal e eventual Aporte Extraordinário (AE) pago após z e enquanto o pensionista estiver vivo/elegível ou até VII ; $BANPS$ é o valor presente do benefício de sobrevida de pensão por morte do participante em aposentadoria normal e eventual AE pago após VII e enquanto o pensionista estiver vivo/elegível; $BANS$ é o valor presente do benefício de sobrevida do aposentado e eventual AE pago após III e enquanto o participante estiver vivo; $BANSP$ é o valor presente do benefício de sobrevida de pensão por morte do participante em sobrevida e eventual AE pago após z e enquanto o pensionista estiver vivo/elegível ou até $VIII$; $BANSPS$ é o valor presente do benefício de sobrevida da pensão do benefício de sobrevida e eventual AE pago após $VIII$ e enquanto o pensionista estiver vivo/elegível.

Notação para as equações de NET atuarial

$$NBP(\tau_1) = \sum_{k=1}^{II} q_{1,k}^{(mor)} \left(R(\tau_1, p_1^{(mor,inv)}, k) - BP(p_3^{(mor)}, I, k, V) - BPS(p_3^{(mor)}, I, k, V) \right) \quad 12$$

$$NBAI(\tau_2) = \sum_{x=1}^{II} q_{1,x}^{(inv)} \left(R(\tau_2, p_1^{(mor,inv)}, x) - \left(\sum_{y=x}^{IV} q_{2,x,y}^{(mor)} [BAI(inv, p_2^{(mor)}, I, x, y) + BAIP(p_3^{(mor)}, I, x, y, VI) + BAIPS(p_3^{(mor)}, I, x, y, VI)] \right) \right) \quad 13$$

$$NBAIS(\tau_3) = \sum_{x=1}^{II} q_{1,x}^{(inv)} \left(R(\tau_3, p_1^{(mor,inv)}, x) - \left(\sum_{y=x}^{120} q_{2,x,y}^{(mor)} [BAIS(inv, p_2^{(mor)}, I, x, y) + BAISP(p_3^{(mor)}, I, x, y, IX) + BAISPS(p_3^{(mor)}, I, x, y, IX)] \right) \right) \quad 14$$

$$NBANP(\tau_4) = \sum_{z=1}^{III} q_{1,z}^{(mor)} \left(R(\tau_4, p_1^{(mor)}, z) - BANP(p_3^{(mor)}, I, z, VII) - BANPS(p_3^{(mor)}, I, z, VII) \right) \quad 15$$

$$NBANPS(\tau_5) = \sum_{z=1}^{120} q_{1,z}^{(mor)} \left(R(\tau_5, p_1^{(mor)}, z) - BANS(p_1^{(mor)}, I, z, VIII) - BANSP(p_3^{(mor)}, I, z, VIII) - BANSPS(p_3^{(mor)}, I, z, VIII) \right) \quad 16$$