ECONSTOR
Make Your Publications Visible.

A Service of
ZBW
Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft
Leibniz Information Centre for Economics

Moreira, Ajax Reynaldo Bello; Ferreira, Sérgio Guimarães; Foguel, Miguel Nathan

Working Paper

Desigualdade, desequilíbrio e ajuste em sistema de previdência por repartição

Texto para Discussão, No. 2646

Provided in Cooperation with:
Institute of Applied Economic Research (ipea), Brasília

Suggested Citation: Moreira, Ajax Reynaldo Bello; Ferreira, Sérgio Guimarães; Foguel, Miguel Nathan (2021) : Desigualdade, desequilíbrio e ajuste em sistema de previdência por repartição, Texto para Discussão, No. 2646, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília, https://doi.org/10.38116/td2646

This Version is available at:
https://hdl.handle.net/10419/240840

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

WWW.ECONSTOR.EU

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

TEXTO PARA DISCUSSÃO

2646

DESIGUALDADE, DESEQUILÍBRIO E AJUSTE EM SISTEMA DE PREVIDÊNCIA POR REPARTIÇÃO

Ajax Moreira
Sergio Guimarães Ferreira
Miguel Nathan Foguel

ipea

2646
TEXTO PARA DISCUSSÃO
Rio de Janeiro, abril de 2021

DESIGUALDADE, DESEQUILÍBRIO E AJUSTE EM SISTEMA DE PREVIDÊNCIA POR REPARTIÇÃO[1]

Ajax Moreira[2]
Sergio Guimarães Ferreira[3]
Miguel Nathan Foguel[4]

1. Os autores agradecem as críticas e os comentários dos participantes do seminário realizado no Ipea e do parecerista de uma versão anterior deste estudo.
2. Técnico de planejamento e pesquisa na Diretoria de Estudos e Políticas Macroeconômicas (Dimac) do Ipea.
3. Diretor de pesquisa do Instituto de Mobilidade e Desenvolvimento Social (IMDS).
4. Técnico de planejamento e pesquisa na Diretoria de Estudos e Políticas Sociais (Disoc) do Ipea.

Governo Federal

Ministério da Economia
Ministro Paulo Guedes

ipea **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**

Fundação pública vinculada ao Ministério da Economia, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiros – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente
Carlos von Doellinger

Diretor de Desenvolvimento Institucional
Manoel Rodrigues Junior

Diretora de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia
Flávia de Holanda Schmidt

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas
José Ronaldo de Castro Souza Júnior

Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais
Nilo Luiz Saccaro Júnior

Diretor de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura
André Tortato Rauen

Diretora de Estudos e Políticas Sociais
Lenita Maria Turchi

Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais
Ivan Tiago Machado Oliveira

Assessor-chefe de Imprensa e Comunicação
André Reis Diniz

Ouvidoria: http://www.ipea.gov.br/ouvidoria
URL: http://www.ipea.gov.br

Texto para Discussão

Publicação seriada que divulga resultados de estudos e pesquisas em desenvolvimento pelo Ipea com o objetivo de fomentar o debate e oferecer subsídios à formulação e avaliação de políticas públicas.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2021

Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.- Brasília : Rio de Janeiro : Ipea , 1990-

ISSN 1415-4765

1.Brasil. 2.Aspectos Econômicos. 3.Aspectos Sociais. I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

CDD 330.908

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos). Acesse: http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério da Economia.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

JEL: H55; H62; I24.
DOI: http://dx.doi.org/10.38116/td2646

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO 7

2 METODOLOGIA.....10

3 RESULTADOS.....18

4 CONCLUSÃO 35

REFERÊNCIAS 37

APÊNDICE 39

SINOPSE

O SPR recebe contribuições das gerações ativas para financiar o benefício dos inativos, fazendo com que o seu equilíbrio financeiro dependa da proporção de inativos na população, proporção que irá dobrar no Brasil nos próximos 30 anos, tornando inevitável a modificação das regras para mitigar o desequilíbrio financeiro. Num sistema por repartição, o equilíbrio financeiro é obtido aumentando a contribuição ou reduzindo o benefício dos agentes, e estas alterações modificam as regras de repartição, impactando de forma diferentes os agentes nascidos no mesmo coorte e em coortes diferentes.

Neste exercício, vamos avaliar o SPR em vigor no Brasil em 2019/2020, onde agentes são heterogêneos, estão inseridos em um mercado de trabalho onde existe emprego informal e os agentes nem sempre contribuem para a previdência, e existem regras que garantem um valor mínimo para o benefício, e renda mínima para o idoso pobre. O modelo utiliza cenários para a evolução futura da produtividade, da probabilidade de contribuir, da escolaridade e da demografia, para projetar o efeito de diferentes regras do SPR sobre os resultados financeiros de cada tipo de agente ao longo das gerações, e projetar o desequilíbrio financeiro do SPR em cada ano.

Para evitar a necessidade de reformas paramétricas que são em geral politicamente custosas e demoradas, consideramos mecanismos de ajuste das contribuições e benefícios que garantem o equilíbrio financeiro que regulam, entre ativos e inativos e entre os tipos de agentes o ônus de anular o desequilíbrio.

Palavras-chave: previdência por repartição; *deficit*; desigualdade.

ABSTRACT

In a pay-as-you-go system (SPR) receives contributions from active generations to finance the benefit of inactive people, making their financial balance depend on the proportion of inactive people in the population, a proportion that will double in Brazil in the next 30 years, making it inevitable to change the rules to mitigate the imbalance financial. In this system financial balance is achieved by increasing the contribution or reducing the benefit of agents, and these changes modify the rules of distribution, impacting agents born in the same cohort and in different cohorts differently.

In this exercise, we are going to evaluate the SPR in force in Brazil in 2019/2020, where agents are heterogeneous, are inserted in a job market where there is informal

employment and agents do not always contribute to social security, and there are rules that guarantee a value minimum for the benefit, and minimum income for the poor elderly. The model uses scenarios for the future evolution of productivity, the likelihood of contributing, education and demographics, to project the effect of different SPR rules on the financial results of each type of agent over the generations, and to project the financial imbalance SPR each year.

To avoid the need for parametric reforms that are generally politically costly and time-consuming, we consider mechanisms for adjusting contributions and benefits that guarantee the financial balance they regulate, between active and inactive and between types of agents, the burden of canceling the imbalance.

Keywords: breakdown pension; deficit; inequality.

1 INTRODUÇÃO

Os Sistemas de Previdência por Repartição (SPRs) transferem recursos entre agentes heterogêneos, nascidos na mesma coorte ou em coortes diferentes, submetidos a regras, às condições macroeconômicas e demográficas diferentes. O objeto deste estudo é relacionar empiricamente as regras do SPR e os seus resultados, pela ótica do desequilíbrio financeiro e do impacto das regras sobre os agentes.

O SPR recebe contribuições das gerações ativas para financiar o benefício dos inativos, fazendo com que o seu equilíbrio financeiro dependa da proporção de inativos na população. Segundo as projeções da Organização das Nações Unidas (ONU),[1] essa proporção irá dobrar nos próximos trinta anos e triplicar até 2100 para os países em transição demográfica como o Brasil, a China e a maioria dos países da América do Sul e da Ásia,[2] tornando inevitável que os países que têm SPR modifiquem suas regras para mitigar o desequilíbrio financeiro.

Num sistema por repartição, o equilíbrio financeiro é obtido aumentando a contribuição ou reduzindo o benefício dos agentes, e essas alterações modificam as regras de repartição, impactando de forma diferente os agentes nascidos na mesma coorte e em coortes diferentes. A sequência de contribuições pagas e de benefícios recebidos por cada agente, em uma perspectiva de ciclo de vida, tem uma taxa interna de retorno e modifica a sua renda permanente.[3] A distribuição dessas quantidades caracteriza um SPR. O sistema pode ser desenhado para garantir a equidade do retorno entre os agentes e, em consequência, não alterar a desigualdade da renda permanente ou oferecendo retornos menores para os agentes que têm maior renda, o que reduz o grau de equidade e a desigualdade da renda permanente. No Brasil, ao longo da história, a legislação favoreceu os agentes de menor renda garantindo um benefício mínimo, e também o grupo de maior renda que tinha acesso à aposentadoria prematura.[4]

1. Disponíveis em: <https://population.un.org/wpp/Download/standart/Population/>.
2. Ver tabela na seção 3.4.
3. Valor presente esperado descontado do fluxo de renda líquida das contribuições do período ativo e dos benefícios recebidos na inatividade.
4. Segundo o critério de tempo de contribuição que tendia a favorecer os agentes de maior renda.

Esse exercício irá avaliar o efeito das regras do SPR sobre as trajetórias do desequilíbrio financeiro, da equidade das taxas de retorno e da desigualdade da renda permanente intra e entre gerações. Para isso, vamos considerar dois tipos de sistemas de repartição: o primeiro (SPR), em que a regra é predefinida e o desequilíbrio financeiro é endógeno; e o segundo, o Sistema de Previdência por Repartição Equilibrado (SPRE), em que a regra é modificada endogenamente para que o sistema não apresente desequilíbrio financeiro.

Auerbach e Lee (2009), entre outros, discutiram algumas dessas questões, admitindo que: i) cada geração (coorte) tem um agente representativo e passivo diante da alteração das regras; ii) a trajetória do perfil demográfico é estacionária; e iii) o sistema tem regras que o equilibram financeiramente, ou seja, adota um sistema SPRE. Isso para avaliar, em ambiente estocástico e para o longo prazo, o efeito de diferentes regras sobre a desigualdade entre gerações da sequência de contribuições e benefícios dos agentes. Esses autores enfatizam o efeito da incerteza da dinâmica demográfica sobre os resultados.

Neste texto, vamos revisitar essa questão para avaliar o funcionamento do SPR em países em que os agentes são heterogêneos, estão inseridos em um mercado de trabalho onde existe emprego informal e os agentes nem sempre contribuem para a Previdência, e existem regras sociais que garantem um valor mínimo para o benefício e renda mínima para o idoso pobre. Para isso, consideramos agentes heterogêneos cujo comportamento, padrão contributivo e renda de trabalho sejam função de gênero (g), idade (i), coorte (c) e escolaridade (e). Para cada tipo de agente, projetamos o comportamento futuro das atuais coortes e o de coortes ainda não nascidas. Essa heterogeneidade é especialmente importante porque existem regras, que chamamos de sociais, que garantem benefício mínimo para todos os que se habilitam à aposentadoria, e, sob certas condições, o pagamento de benefício para aqueles que não se habilitam. Essas regras introduzem não linearidades/descontinuidades que constituem uma dimensão adicional de complexidade ao modelo.

O modelo utiliza cenários para a evolução futura do salário, da probabilidade de contribuir, da escolaridade e da demografia para projetar o efeito de diferentes regras do SPR sobre os resultados financeiros de cada tipo de agente ao longo das gerações e o desequilíbrio financeiro do SPR em cada ano. A introdução do mercado informal,

da heterogeneidade, e a existência de restrições sobre o valor do benefício tornam mais complexa a interação entre as regras e os resultados. Por isso, o modelo foi especificado para ser utilizado em duas versões. Na primeira, simplificada, analisamos um SPR em que o resultado da regra é calculado de forma condicional aos cenários para o entendimento da interação entre regras, cenários e resultados. Na segunda, analisamos um SPRE em que é incluída a incerteza do ciclo econômico e dos cenários futuros para obter a distribuição da trajetória dos resultados, da equidade e da desigualdade, necessariamente equilibrados financeiramente.

Vamos considerar dois sistemas de Previdência, o primeiro conhecido como de benefício definido (BD), em que o valor do benefício concedido na aposentadoria é uma proporção do salário de contribuição, quantidade previamente conhecida desde que certas condições sejam atendidas. Nesse sistema, o valor do benefício concedido é uma renda vitalícia, assim como o valor da alíquota de contribuição é predefinido. O segundo, conhecido como contribuição definida (CD), em que o valor da contribuição de cada agente, capitalizado com uma taxa de remuneração predefinida, mas sujeita às flutuações do ciclo econômico, constitui um montante nocional devolvido em parcelas para o beneficiado quando ocorrer a aposentadoria.

Nesse sistema, a contribuição é definida e o benefício não é conhecido antecipadamente.[5] Quedas de produtividade que podem ocorrer ao longo do ciclo econômico se refletem em reduções do benefício previdenciário na medida em que a formula de cálculo é função da taxa de juros nocional, que por sua vez varia conforme o salário médio da economia. A alíquota de contribuição previdenciária é fixa e o risco de variações macroeconômicas é repartido pelos inativos ao longo de várias gerações.

Para evitar a necessidade de reformas paramétricas que são em geral politicamente custosas e demoradas, alguns países introduziram regras de ajuste das contribuições e dos benefícios, que garantem o equilíbrio financeiro. Um deles é o sistema alemão, em que os inativos partilham com os ativos dos riscos do desequilíbrio fiscal do sistema e dos

5. Esse sistema foi adotado por alguns poucos países – entre os quais Suécia, Polônia e Itália. O caso mais estudado em estudos prévios é o da Suécia, em que a CD nocional foi combinada com a CD capitalizada. Esse sistema tem o atrativo de fazer com que o benefício previdenciário seja função das condições do mercado de trabalho.

ganhos de produtividade posteriores ao momento da aposentadoria.[6] Nesse exercício, consideramos três regras de ajuste: i) a alíquota de contribuição e o valor do benefício concedido são ajustados de acordo com a relação de dependência (RD) demográfica; ii) o proposto por Auerbach *et al.* (2018), em que são definidas regras que partilham entre ativos e inativos o ônus de anular o desequilíbrio; e iii) um ajuste inspirado[7] no sistema de previdência alemão.

O SPR é um sistema complexo inserido em um ambiente que tem tendências, o que dificulta o entendimento do efeito das suas regras. Por isso, os resultados são apresentados em quatro conjuntos de exercícios. Os três primeiros utilizam a versão simplificada para entender o funcionamento de um SPR e avaliam: i) os condicionantes da equidade/desigualdade; ii) o efeito dos cenários e de outras hipóteses condicionantes; e iii) as regras do SPR. O quarto conjunto constitui o resultado principal deste exercício, em que é considerada a incerteza do ciclo econômico e da tendência de longo prazo, e é utilizado um sistema SPRE, que garante equilíbrio financeiro.

Nas seções subsequentes, apresentam-se a metodologia, as regras do SPR, três conjuntos de exercícios, e a discussão das regras de ajuste para manter o sistema equilibrado.

2 METODOLOGIA

Os SPRs motivam estudos que relacionam as regras do sistema com o desequilíbrio financeiro de curto prazo (Caetano *et al.*, 2016; Giambiagi *et al.*, 2018; Brasil, 2017). Todos apresentam resultados detalhados dos gastos, que incluem os gastos acessórios como auxílios e pensões, e têm como objetivo obter previsões precisas do desequilíbrio do sistema no curto prazo. Outra abordagem que seguimos aqui (Auerbach e Lee, 2009) avalia, sob estabilidade financeira de longo prazo e em SPR estilizados, o impacto sobre a equidade dos resultados financeiros dos agentes. Este estudo revisita essa questão levando em conta aspectos específicos de países emergentes onde é importante

6. O valor do benefício pago é ajustado segundo uma função do crescimento da produtividade e da relação entre inativos e ativos, assim como a alíquota de contribuição dos ativos passa a ser determinada de forma a equilibrar financeiramente o SPR.
7. Inspiradas, pois as regras foram implementadas de forma estilizada, sem pretender reproduzir exatamente a regra emulada.

considerar a heterogeneidade dos agentes e a existência do mercado de trabalho informal e de regras sociais que garantem um valor mínimo para o benefício.

O comportamento do agente da coorte (c), do nível educacional (e) e do gênero (g) – que denotamos pela tripla (c, e, g) – é caracterizado com o salário (s), o padrão contributivo (p) e a probabilidade de estar na classe de escolaridade $z(e)$. O modelo proposto por Deaton e Paxson (1994), Age-Period-Cohort (APC), descrito na seção 2.1, decompõe a trajetória de (s, p, $z(e)$) segundo variáveis indicadoras de idade, ano e coorte que medem respectivamente: i) o efeito do ciclo de vida indexados à idade (i); ii) as condições macroeconômicas do período (t); e iii) as tendências de longo prazo de tecnologia e instituições indexadas à coorte (c) de nascimento do agente.

Como é bem sabido, é impossível estimar simultaneamente os parâmetros de idade, coorte e período sem a imposição de restrições. Deaton e Paxson (1994) e Hanoch e Honig (1985) tornam o modelo identificável admitindo que o efeito do ciclo econômico é transitório e impondo a restrição de que os coeficientes associados ao período somem zero.[8]

2.1 Perfil do contribuinte

A heterogeneidade do perfil contributivo dos agentes, que reflete a desigualdade da distribuição da renda, é representada a partir da escolaridade, segmentando[9] a população em seis classes de escolaridade (e)[10] por gênero (g) em um total de doze grupos por coorte (c). Então, para o agente (c, e, g) na idade (i), seja o *log*-salário $s(c, e, g, i)$, a probabilidade de contribuir $p(c, e, g, i)$, e a probabilidade de estar na classe de escolaridade (e) $z(c, e, g, i)$.

8. A restrição aqui é a de que o componente de período traduz o impacto transitório do ciclo econômico sobre salário e probabilidade de contribuição de cada indivíduo.
9. Uma versão anterior desse modelo considerou, para cada um desses tipos, a segmentação segundo a forma de contribuir, totalizando 24 grupos para lidar com a existência de um grupo de agentes que contribuem de forma continuada. Esse grupo só é observável com os dados do Cadastro Nacional de Informações Sociais (CNIS), e foi identificado segundo uma abordagem probabilística detalhada no apêndice. A inclusão desse grupo é necessária para explicar a incidência do número de aposentados por tempo de contribuição, possibilidade que foi extinta na reforma da previdência de 2019, mas tem um efeito pequeno nos resultados agregados e para os resultados por agente dos novos aposentados. A segmentação segundo a forma de contribuir complica conceitual e empiricamente os resultados e, por isso, foi ignorada na versão atual do modelo.
10. Analfabeto, primário incompleto, primário completo ou ginasial incompleto, fundamental completo ou médio incompleto, médio completo ou universitário incompleto, universitário completo ou mais.

As quantidades (s, p, $z(e)$) caracterizam o perfil do agente, em que (s) está medido em termos reais. O modelo supõe que todas as medidas monetárias estão deflacionadas.

$$s_{c,e,g,i} = \alpha 1_{i,g} + \beta 1_{t,g} + \gamma 1_{c,g} + \delta 1_{e,g} + e1_{c,e,g,i} \quad g = 1, 2$$

$$p_{c,e,g,i} = \alpha 2_{i,g} + \beta 2_{t,g} + \gamma 2_{c,g} + \delta 2_{e,g} + e2_{c,e,g,i} \quad g = 1, 2$$

$$z_{c,e,g,i} = \alpha 3_{i,g} + \beta 3_{t,g} + \gamma 3_{c,g} + e3c,e,g,i \quad g = 1,2 \quad e = 2,6$$

As equações para $s(.)$ e $p(.)$ são estimadas separadamente por gênero e as relativas a $z(.)$ por gênero e escolaridade. Os vetores de parâmetros (α, β, γ, δ) representam respectivamente o ciclo de vida, o ciclo econômico, as tendências de longo prazo associadas à coorte de nascimento e a escolaridade.

A colinearidade entre os componentes período, coorte e idade faz com que o modelo APC não seja identificável. Mas Deaton e Paxson (1994), interpretando o componente período como o efeito do ciclo econômico de curto prazo, propuseram a condição: $\Sigma_t \beta k_t = 0 \ \forall k = 1,2,3$, que torna o modelo identificável. As equações são estimadas com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) para o período 1992-2015 e, portanto, fornecem estimativas apenas para os períodos e as coortes existentes na amostra. As projeções de longo prazo requerem a extrapolação dos componentes coorte e período fora da amostra e serão apresentadas na seção 2.6.

2.2 Regras do SPR

Neste exercício, vamos analisar um sistema de previdência estilizado que considera as contribuições e os benefícios inspirados no SPR, em vigor no Brasil em 2019, para o trabalhador urbano do setor privado. Consideramos que as regras desse SPR são típicas, e no Brasil atendem a maior parcela da população e respondem pela maior fração dos gastos de previdência.[11] Nesse recorte estamos focalizando o elemento central de um SPR e ignorando outros gastos correlatos como pensões e auxílios diversos.

11. No Brasil, o sistema previdenciário tem regras específicas condicionais ao tipo do segurado, atividade, local e tipo de vínculo. Por exemplo, funcionário público, militar, professores, policiais e trabalhadores do campo. O sistema tem gastos, também ignorados com pensões e auxílios.

Dado o perfil ($s_{c,e,g,i}$, $p_{c,e,g,i}$, $z_{c,e,g,i}$) do agente (c, e, g) ao longo da sua idade (i), as regras do SPR determinam a alíquota de contribuição do período ativo e a idade $A_{c,e,g}$ a partir do qual passa a receber uma renda vitalícia $b_{c,e,g}$. As equações a seguir definem as regras e os condicionantes do modelo.

- População: $pop(t) = \sum_{e,g,c} \sum_{i \in I(c,t)} pop_{c,i,g}$ $I(c,t) = \{i;\ c + i = t\}$.
- Folha salarial: $fs(t) = \sum_{e,g,c} \sum_{i \in I(c,t)} \exp(s_{c,e,g,i}) * z_{c,e,g,i} * pop_{c,i,g}$.
- Ganho de produtividade: $y(t) = \left(\frac{fs(t)}{pop(t)}\right) / \left(\frac{fs(t-1)}{pop(t-1)}\right)$.
- Salário mínimo: $smin(t) = smin(t-1) * (1 + \alpha min * (y(t) - 1))$.
- Salário de contribuição: $sc_{c,e,g,i} = min(\exp(s_{c,e,g,i}), fM * smin(c + i))$.
- Salário médio:[12] $sm(c,e,g,i) = (\sum_{i-k<j<i} sc_{c,e,g,j}\, p_{c,e,g,j}) / (\sum_{i-k<j<i} p_{c,e,g,j})$.
- Valor de contribuição: $vc_{c,e,g,i} = [fc(sc_{c,e,g,i}) + \tau sc_{c,e,g,i}]$.
- Número de contribuições até a idade i: $n_{c,e,g,i} = \sum_{j \le i} p_{c,e,g,j}$.
- Qualificação para aposentadoria:[13]
  a) padrão: $A_{c,e,g} = min\{i\ tq\ i >= i0(g)\ \&\ n_{c,e,g,i} \ge t0(g)\}$; e
  b) social: não se qualifica para a padrão e $i > imax$ e $sm_{c,e,g,i} < smin(c + i)$, ou $i > 70$.
- Ativo nocional: $x(c, e, g, i) = x(c, e, g, i) * (1 + y(c + i)) + vc_{c,e,g,i} * p_{c,e,g,i}$.
- Valor do benefício:
  a) BD: $b_{c,e,g} = max(fm * smin(c + i), sm(c, e, g, A_{c,e,g}) * (a + b * n(c, e, g, A_{c,e,g}))$;
  b) CD: $b_{c,e,g} = max(fm * smin(c + i), x(c, e, g, A_{c,e,g}) / ve(c, g, A_{c,e,g})$; e
  c) social: $b_{c,e,g} = fm * smin(c + A_{c,e,g})$.

Em que:

- $fc(s) = \sum_k (d_k - d_{k-1})\ max(0, sc - a_k)$, $d = (0.08, 0.09, 0.11)$ $a = (1.5, 2.5, 5) * smin(t)$;
- τ: parcela proporcional da contribuição (parte da contribuição do empregador) (0.1);
- $i0$: idade mínima para aposentadoria por gênero (65;62);
- $T0$: tempo mínimo de contribuição por gênero (20;15);

12. O salário médio é calculado considerando uma janela dos últimos anos no momento da aposentadoria.
13. No SPR em vigor no Brasil (2019), esses parâmetros são $i0 = (65,62)$, $t0 = (20,15)$ e $imax = 65$, $a = 0.2(0.3)$, $b = 0.02$.

- *Imax*: idade em que o pobre[14] adquire direito ao Benefício de Prestação Continuada (BPC) (65 anos);
- *fm*, *fM*: fator que controla o valor mínimo e máximo do benefício como proporção do *smin*(*t*);
- *a*, *b*: parâmetros da taxa de reposição do sistema BD (0.2,0.3,0.02);
- αmin: parâmetro que regula a atualização do valor do salário mínimo; e
- *ve*(*c*, *g*, *i*): vida esperada da coorte (*c*), do gênero (*g*), na idade (*i*).

2.3 Medidas de resultado

Dado o perfil do contribuinte e as regras do SPR, temos o saldo em cada período ($t = c + i$) do total de contribuições recebidas e de benefícios pagos, e também a taxa interna de retorno $\rho(c, e, g)$ ou o valor presente líquido $R(c, e, g)$ do fluxo de contribuições pagas e benefício recebidos por cada agente. Sejam:

- resultado por agente:
  - a) contribuições pagas: $f(c, e, g, i) = -vc_{c,e,g,i} \quad i < A_{c,e,g}$;
  - b) benefícios recebidos: $f(c, e, g, i) = b_{c,e,g} * ps(g, i) \quad i >= A_{c,e,g}$;
  - c) agente representativo da coorte: $f(c, i) = \sum_{e,g} f(c, e, g, i)\, z_{c,e,g,i}$;
  - d) taxa interna de retorno: $\rho(c, e, g) = tir(f(c, e, g, i))$;
  - e) renda total:[15] $r(c, e, g, i) = \exp(s_{c,e,g,i}) * (p_{c,e,g,i} + (1 - p_{c,e,g,i} * xf_{c,e,g,i})$;
  - f) renda permanente: $R(c, e, g) = \sum_i r(c, e, g, i)\,(1 - \lambda)^{-i}$;
  - g) efeito sobre renda permanente: $\Delta R(c, e, g) = \sum_i f(c, e, g, i)\,(1 - \lambda)^{-i}$; e
  - h) efeito sobre a desigualdade: $\psi(c) = 100 * \left(\frac{cv(R(c,e,g)+\Delta R(c,e,g))}{cv(R(c,e,g))} - 1\right)$.[16]
- resultado agregado no ano:
  - a) receita de contribuição: $C(t) = \Sigma_{e,g,c} \Sigma_{i \in I(c,t)} vc_{c,e,g,i} * p_{c,e,g,i} * z_{c,e,g,i} * pop_{c,i,g}$;
  - b) gasto: $G(t) = \Sigma_{e,g,c} \sum_{i \in I(c,t)} b_{c,e,g} ps_{c,g,i} z_{c,e,g,i} * pop_{c,i,g}$;

14. A legislação prevê que o BPC é concedido a pessoas idosas que vivem em domicílios em que a renda *per capita* é inferior a um quarto do salário mínimo. Aqui não dispomos de informação sobre o domicílio e consideramos pobres os que recebem menos de um salário mínimo.

15. Em que $Xf(x, e, g, i) = rnf(g, e, c, i)/\exp(s(g, e, c, i))$ é estimado com o pseudopainel, regredindo $xf(g, e, c, i) = \delta(g, e) + c*\alpha1(g) + c2\alpha2(g) + i*\beta1(g) + i2*\beta2(g)$.

16. O coeficiente de variação de *R* por coorte é *cv*(*R*), desvio-padrão de *R* dividido com a média de *R*.

c) folha de salário de contribuição: $fc(t) = \Sigma_{e,g,c} \Sigma_{i \in I(c,t)} sc_{c,e,g,j} * z_{c,e,g,j} * pop_{c,i,g}$;

d) dívida normalizada: $\Gamma 1(t) = \Sigma_{j \leq t} (G(j) - C(j))\lambda^j / fs(t)$;

e) aumento potencial da alíquota: $\Gamma 0(t) = \sum_{j \leq t} (G(j) - C(j))\lambda^j / \sum_{j \leq t} fc(j)\lambda^j$;

f) proporção dos agentes com benefício corrigido na concessão: $\phi c(c)$; e

g) proporção dos agentes com benefício corrigido no recebimento: $\phi t(t)$.

Em que $ps(c, g, i)$: probabilidade de (c, g) estar vivo na idade i, e λ é um desconto fico arbitrário.

O desequilíbrio do sistema público de previdência é financiado pelo Tesouro Nacional, e, admitindo que o desconto dessa dívida seja λ, temos duas formas de apresentar o desequilíbrio. Em *dívida normalizada* temos a razão entre o *deficit* acumulado e descontado e a folha de salários. Em *aumento potencial da alíquota* temos o aumento da alíquota de contribuição ao longo do período necessário para anular a dívida no período (t). Para isso, basta lembrar que a base de arrecadação $fc(t)$ resulta que essa quantidade anula o desequilíbrio em (t).[17] A incidência da restrição de benefício mínimo é medida com a proporção de agentes para os quais os benefícios foram aumentados no momento da concessão (ϕc) e no momento do pagamento (ϕt).[18]

2.4 Estimação

Os parâmetros que determinam o perfil do contribuinte foram estimados com os dados do Brasil, onde existem duas fontes de informação: o CNIS,[19] que é o registro administrativo de todas as contribuições pagas e benefícios recebidos de todos os segurados da Previdência Social, e a PNAD, uma amostra representativa da população brasileira que descreve a situação de cada agente no mês de setembro de cada ano.

17. $\Sigma_{j<=t} (G(j) - R(j))\lambda^j = \Sigma_{j<=t} fc(j)\lambda^j \Gamma 0(t) => \sum_{j<=t} (G(j) - R(j) - fc(j)\, \Gamma 0(t))\lambda^j = 0\ \forall t$.

18. A política de valorização do salário mínimo faz com que um benefício concedido em certo ano possa ser corrigido depois da concessão devido à política de salário mínimo.

19. Chamamos de CNIS a consolidação dos registros de múltiplos arquivos do sistema previdenciário do qual foi extraída uma amostra aleatória e representativa do cadastro dos participantes do sistema até 2009. Para estes, foi coletado todo o histórico de contribuições pagas e benefícios recebidos.

O CNIS descreve o comportamento do contribuinte, mas não representa a população,[20] e algumas das informações cadastrais são de pior qualidade. A PNAD é o oposto, pois representa a população e as informações são de boa qualidade, mas não acompanha longitudinalmente o contribuinte.

Assim, a PNAD foi escolhida, e seus resultados podem ser extrapolados com as projeções demográficas realizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). São uma aproximação das medidas obtidas no CNIS, quando a probabilidade de contribuir e o salário observado no momento da coleta da PNAD forem representativos da média anual das mesmas medidas estimadas com o CNIS.[21]

2.5 Projetando o perfil do contribuinte

O modelo APC decompõe a trajetória de cada componente do perfil do contribuinte, descrito por quatorze tipos de variáveis – salário (2), probabilidade de contribuição (2) e de pertencimento a um grupo de escolaridade (5*2), ou seja, $(s_{c,e,g,i}, p_{c,e,g,i}, z_{c,e,g,i})$ – em três componentes temporais (idade, período e coorte), estimando respectivamente as quantidades $\alpha(i) = (\alpha 1_{g,i}, \alpha 2_{g,i}, \alpha 3_{e,g,i})$ $i = 20, ..., 70$, $\beta(t) = (\beta 1_{g,t}, \beta 2_{g,t}, \beta 3_{e,g,t})$ $t = 1992, ..., 2015$, e $\gamma(c) = (\gamma 1_{g,c}, \gamma 2_{g,c}, \gamma 3_{e,g,c})$ $c = 1942, ..., 1982$,[22] em que os vetores $(\alpha(i), \beta(t), \gamma(c))$ têm quatorze dimensões. Supõe-se que o componente idade $\alpha(i)$ é o mesmo para as gerações futuras.

O componente período $\beta(t)$ é transitório e representa o efeito do ciclo econômico sobre o perfil do contribuinte. Esses componentes foram estimados com a condição $E(\beta k(t)) = 0$ e a sua flutuação é descrita considerando a interdependência dos componentes segundo duas abordagens. A primeira, menos sujeita a erro de estimação, ignora a persistência temporal dos choques macroeconômicos e admite $\beta(t) \sim N(0, \Sigma)$. A segunda incorpora a persistência temporal e admite que cada componente segue

20. Pois o CNIS registra de forma incompleta a escolaridade do contribuinte e a amostra disponível está atualizada apenas até 2009.

21. No apêndice é mostrada a similaridade entre as trajetórias ao longo do ciclo de vida da probabilidade de contribuir medidas na PNAD e no CNIS, assim como entre o número de contribuições acumuladas até certa idade obtidas nas duas fontes. São apresentados os resultados empíricos da estimação dos parâmetros (α, β, γ, δ), obtidos com as PNADs dos anos de 1992 a 2015.

22. As últimas coortes tendem a ser estimadas com amostras menores, e com comportamentos mais instáveis. Por isso, descartamos as treze últimas coortes e consideramos os indicadores das coortes de 1942 a 1982. Na última PNAD da amostra em 2015, as pessoas com mais de vinte anos nasceram em 1995, que é a última coorte disponível nos dados.

um processo autorregressivo de segunda ordem,[23] em que o resíduo $u(t) \sim N(0, \Sigma)$. Nos dois casos, Σ representa o grau de interdependência do choque, em que cerca de 95% da variância total desses quatorze componentes é explicada com apenas quatro choques estocásticos. No apêndice é documentado alguns resultados que permitem obter as realizações de $\beta^{w}(t)$, t = 1962, ..., 2150. As duas abordagens reproduzem a variância de $\beta(t)$ estimada no modelo do perfil do contribuinte.

O componente $\gamma(c)$, que descreve o efeito da tendência de longo prazo – tecnologia e instituições –, foi projetado com uma tendência linear estimada inspirada em fontes externas[24] e admite cenários alternativos para o futuro. Acredita-se que o perfil da escolaridade no Brasil irá alcançar em 2030 o perfil da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) em 2008; o crescimento da produtividade do trabalho se manterá em 1%, estimado por Barbosa Filho e Pessôa (2014) para o crescimento médio entre 1982-2015; e a formalização seguirá com a mesma tendência estimada no modelo de 0,2% ao ano. Esses valores definem direta ou indiretamente o crescimento de cada componente do perfil e caracterizam o cenário esperado ($\Delta\gamma e$). Definimos um cenário pessimista, em que se admite que o perfil do contribuinte se mantenha no nível de 1982, ou seja $\Delta\gamma p = 0$, e um cenário otimista em que $\Delta\gamma o = 2\Delta\gamma e$.

Essa descrição delimita uma faixa de variação para os futuros possíveis, e as projeções podem ser realizadas condicionadas ao cenário esperado ($\Delta\gamma e$) ou condicional a realizações dessas projeções, considerando os futuros possíveis. Para tanto, há três fontes de incerteza que condicionam os cenários: do salário/produtividade do trabalho (u_1), da formalização (u_2) e da escolaridade (u_3). Essas fontes (u_1, u_2, u_3) são independentes entre si e condicionam as realizações de cada categoria de componentes projetados. Então temos:

$$\gamma^{w}(c, k) = \gamma^{w}(c-1, k) + \Delta\gamma(k)^{w} \qquad c = 1983, ..., 2040,^{25} \text{ em que}$$

$$\Delta\gamma^{w}(k) = 2 * \Delta\gamma e(k) * u^{w}, \text{ em que } u^{w} \sim U(0, 1)\ \forall k.$$

23. $x(t) = ax(t-1) + bx(t-2) + u$, fazendo com que os choques (u) gerem flutuações cíclicas em x.
24. A população por coorte e idade utiliza as projeções do IBGE até 2030, e da ONU até 2100.
25. Vale mencionar que sob essas hipóteses $E(\Delta\gamma w) = \Delta\gamma e$, e que admite-se que o perfil demográfico é o projetado pelo IBGE até 2030. Para as coortes posteriores, seguiremos as projeções realizadas pela ONU.

O modelo será utilizado em duas versões: na simplificada admite-se que ($\beta(t) = 0$) e $\Delta\gamma$ um valor predeterminado, e na estocástica os resultados são condicionais às realizações do ciclo econômico e dos cenários ($\beta^{w}(t)$, $\Delta\gamma^{w}$).

3 RESULTADOS

As regras são simuladas ao longo do ciclo de vida $i \in [20,90]$ de agentes nascidos nas coortes $c \in [1942, 2050]$, em que o perfil do agente é o estimado até a coorte 1982, e projetado para as demais coortes. Portanto, em cada ano t convivem 70 coortes, desde os nascidos em $t - 70$ até os nascidos em $t - 20$, e as regras simuladas vigoram a partir de $t = 2015$. Até essa data vigora um sistema SPR0 suposto invariante e que está brevemente descrito no apêndice. Em 2015 existe um contingente de agentes – se ativo, tem um histórico contributivo; se inativo, tem direito ao benefício calculado segundo o SPR0, e, portanto, receitas e despesas projetadas. O estado inicial do sistema em 2015 foi construído com hipóteses[26] descritas no apêndice. A última coorte projetada (2050) entra no mercado de trabalho em 2070 e gera um fluxo de recursos até 2140. Admitindo que as coortes posteriores a 2050 tenham o mesmo perfil dessa última coorte, foi gerado um fluxo de receitas e despesas até 2140. Portanto, em 2070, teremos o ano para o qual as hipóteses para a projeção estão completamente computadas, e os anos subsequentes mostram a tendência de receitas e despesas devido à última coorte projetada em 2050, determinando as alíquotas de contribuição da última coorte (2050). Resumindo, o período inicial da projeção é 2015, o terminal é 2070, e até 2140 temos a tendência implícita nas hipóteses.

Interpretar o efeito das regras sobre a trajetória ($\Gamma1(t)$, $\Gamma0(t)$, $\rho(c, e, g)$, $\Psi(c)$) é uma tarefa árdua, pois as relações são por si complexas, o perfil dos agentes tem uma tendência de longo prazo e está inserido em um SPR em que existem regras sociais que introduzem descontinuidades e parte da alíquota de contribuição é progressiva. Para entender o funcionamento desse sistema complexo, adotamos a estratégia de partir de situações mais simples em que a relação entre regras e resultados é mais direta, e ir progressivamente introduzindo características mais realistas.

26. Em 2015 estão vivos agentes nascidos desde 1915, e, portanto, antes da primeira coorte projetada. Por isso, o tamanho da primeira coorte foi aumentado arbitrariamente para representar as coortes ausentes e tornar o sistema equilibrado em 2015.

O primeiro conjunto de exercícios objetiva entender os condicionantes da equidade/desigualdade e, para isso, exclui as regras sociais ($fm = 0$) e a progressividade da alíquota de contribuição e utiliza o cenário simplificado ($\Delta\gamma = 0$). O segundo conjunto avalia os condicionantes externos ao SPR em um ambiente realista em que as regras sociais e a progressividade da alíquota de contribuição são incluídas. O terceiro conjunto avalia componentes do sistema BD, e finalmente o quarto conjunto analisa o funcionamento das regras de ajuste. As tabelas a seguir apresentam para a última coorte (2050) uma seleção[27] dos resultados[28] por coorte, e para o último ano de projeção (2070) uma seleção dos resultados por ano.[29]

3.1 Condicionantes da equidade do retorno e da desigualdade da renda

Os condicionantes da equidade/desigualdade são: as regras sociais, a progressividade da alíquota de contribuição, as tendências de longo prazo do perfil do contribuinte e a regra que determina o valor do benefício. No sistema BD em vigor no Brasil, o valor do benefício é o valor médio dos últimos (k) salários de contribuição multiplicados por uma taxa de reposição ($tr = \alpha + \beta n$), em que n é o número de contribuições realizadas no momento da aposentadoria. Essa regra não garante a equidade do retorno entre contribuintes, ao contrário do sistema CD em que o valor do benefício é o rateio, segundo a vida esperada, do valor acumulado das contribuições capitalizadas com uma taxa de juros. Nesse sistema, a equidade é garantida por construção. Para mostrar o efeito das fontes de desigualdade, vamos apresentar cinco resultados, em que estão excluídas as regras sociais ($fm = 0$) e anulada a progressividade da alíquota de contribuição do empregado, tomando a alíquota média. Os dois primeiros anulam a tendência de longo prazo $\Delta\gamma = 0$ e consideram o sistema BD e o CD. Os dois seguintes avaliam o efeito da tendência considerando a tendência de longo prazo esperada $\Delta\gamma = \Delta\gamma e$ e, finalmente, o último apresenta o sistema BD em que a taxa de reposição foi alterada.

27. O retorno (ρi) das seis categorias de agentes homens; $s(\rho)$: desvio-padrão entre os retornos; ρ: retorno do agente representativo; R: renda permanente do agente representativo; ψ: efeito do SPR sobre a desigualdade entre a renda permanente; e ϕc: proporção de aposentados beneficiados com as regras sociais.
28. Por parcimônia, os retornos relativos às mulheres são omitidos, mas vale registrar que a equidade entre categoria de escolaridade das mulheres é similar à dos homens, mas difere quanto ao nível devido às diferenças das regras e do comportamento.
29. *Rst*: proporção dos agentes beneficiados; $\Gamma 0$: a alíquota que equilibra o *deficit* como apresentado no texto; $\Gamma 1$: dívida da previdência como proporção da folha de pagamentos.

TABELA 1
Condicionantes da equidade

			Coorte = 2050										Ano = 2070		
		$\Delta\gamma$	$\rho 1$[1]	$\rho 2$	$\rho 3$	$\rho 4$	$\rho 5$	$\rho 6$	ρ	R	ψ	ϕc[2]	ϕt	$\Gamma 0$	$\Gamma 1$
BD0[3]	BD	0	-	3.5	3.4	3.3	3.1	2.8	3.0	34	0	0.056	0.08	0.07	1.80
CD0[4]	CD	0	-	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1	32	1	0.056	0.08	0.01	1.70
BDT	BD	$\Delta\gamma e$	3.6	3.5	3.3	3.1	2.7	2.3	2.8	74	-3	0.000	0.07	0.00	-0.20
CDT	CD	$\Delta\gamma e$	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	2.0	1.9	70	0	0.000	0.07	-0.06	-3.90
BDX	BD	$\Delta\gamma e$	2.0	2.1	2.1	2.1	2.1	1.9	2.4	72	-2	0.000	0.07	-0.03	-1.50

Descrição das colunas (seção 2.3); *BDX*: BD com taxa de reposição ($\alpha = 0$, $\beta = 0.2$).

Elaboração dos autores.
Notas: [1] Retorno (TIR) dos homens de escolaridade 1 a 6. As celas omissas relativas a $e = 1$ indicam que o contribuinte não se habilitou à aposentadoria, o que na ausência de regras sociais implica não receber benefício.
[2] Nesse caso, as variáveis ϕc e ϕt referem-se à correção para o valor mínimo nulo.
[3] Sistema com as regras do SPR em vigor no Brasil em 2019.
[4] Sistema CD estilizado com as mesmas regras de habilitação do sistema BD, e capitalizado com a taxa de 3%.

Os resultados mostram que:

- o retorno do sistema CD é igual para as seis classes de escolaridade nos dois casos (*cd*0, *cdt*), mostrando que é um sistema neutro que não altera a desigualdade da distribuição da renda permanente;
- o retorno do sistema BD diminui com o aumento da escolaridade, reduzindo a desigualdade da renda permanente, mas quando $\alpha = 0$ temos uma equivalência[30] entre os sistemas BD e CD, como mostra a simulação (*BDX*) que reproduz no sistema BD a equidade do sistema CD;
- o sistema CD mesmo com retorno definido arbitrariamente com um valor muito maior que a taxa de aumento do salário apresenta retornos menores do que os do sistema BD;
- o aumento da tendência de longo prazo aumenta os salários, a probabilidade de contribuição e, portanto, o número de contribuições no momento da aposentadoria, o que reduz marginalmente o retorno e o desequilíbrio;
- o desequilíbrio, segundo a medida $\Gamma 1$, é por construção dependente do horizonte de projeção, o que dificulta a sua interpretação; e

30. Admitindo que o salário e a probabilidade de contribuição sejam constantes, o valor do benefício no sistema CD é $b1 = s * p * \tau((1 + j)^n - 1)/(j * ve)$ e no BD, $b2 = (\alpha + \beta * \rho * n)s$. Então, se $b1 = b2 => \alpha + \beta pn = \tau(p((1 + j)^n - 1))/(jve)$. No caso em que $\alpha = 0$, $\beta n = [(1 + j)^n - 1)/j]\tau/VE$, e para j pequeno $\beta = \tau/VE$.

- em todos os casos é pequeno o efeito redutor sobre a taxa de variação da desigualdade da renda permanente (ψ).

O sistema de CD é neutro, pois cada agente recebe o equivalente ao que contribuiu, ao contrário do sistema de BD, em que a taxa de reposição pode ser parametrizada para redistribuir, oferecendo maior retorno para os agentes de menor renda ou escolaridade. O sistema BD é flexível e permite que o SPR funcione como um canal de redistribuição da renda. Mostramos que a taxa de reposição do sistema BD é suficientemente flexível para reproduzir inclusive a neutralidade do sistema CD.

3.2 Condicionantes externos

Nesta seção são incluídas: i) regras sociais que limitam o valor mínimo do benefício; ii) a alíquota de contribuição, que é progressiva; iii) a tendência de longo prazo ($\Delta\gamma$); iv) o tipo de sistema (BD, CD); e v) a política de valorização do salário mínimo (*asm*).

O salário mínimo é um limitante inferior do benefício; portanto, o grau de indexação da correção do mínimo (*asm*) controla o quanto as regras sociais são restritivas. Por exemplo, com $asm < 1$ o valor do salário mínimo diminui em relação à distribuição do salário de contribuição médio, o que afasta a restrição da distribuição do valor do benefício. Portanto, uma proporção menor de agentes terá o seu benefício corrigido. A simulação de referência (*BDT*) utiliza o sistema BD, o salário mínimo é corrigido na mesma taxa do salário médio ($asm = 1$) e a tendência de longo prazo é a esperada ($\Delta\gamma e$). As demais simulações avaliam o efeito de cada condicionante isoladamente. Temos cinco simulações: i) $\Delta\gamma = 0$; ii) $\Delta\gamma = \Delta\gamma e$; iii) $\Delta\gamma = \Delta\gamma o$; iv) ($asm = 0$); e v) alterar o sistema para CD.

Vale mencionar que as regras que determinam o valor do benefício podem gerar benefícios menores do que o salário mínimo, ou mesmo fazer com que o contribuinte não se habilite à aposentadoria por não ter o número mínimo de contribuições requerido. Nesses casos, as regras sociais corrigem o valor e garantem um benefício mesmo que o contribuinte não se habilite, se for considerado pobre. Essas regras de proteção social geram desincentivos à contribuição, uma vez que o contribuinte sabe que tem garantido um benefício mínimo, mesmo que não contribua. Esse efeito não foi considerado neste estudo.

TABELA 2
Incluindo regras sociais e tabela progressiva

			Coorte = 2050										Ano = 2070		
		$\Delta\gamma$	$\rho1$	$\rho2$	$\rho3$	$\rho4$	$\rho5$	$\rho6$	ρ	R	ψ	ϕc	ϕt	$\Gamma0$	$\Gamma1$
BD0	BD	0	5.4	4.7	3.9	3.8	3.6	2.7	3.6	36	-8	0.48	0.58	0.15	5.00
BDT(*ref*)	BD	$\Delta\gamma e$	4.6	4.0	3.7	3.5	3.0	2.2	3.2	75	-7	0.20	0.36	0.07	3.00
BD-O	BD	$\Delta\gamma o$	3.9	3.8	3.3	2.9	2.6	2.1	2.8	146	-6	0.13	0.38	0.03	2.00
Asm = 0	BD	$\Delta\gamma e$	4.2	3.9	3.6	3.3	2.7	2.1	2.9	74	-6	0.15	0.37	0.05	2.00
CDT	CD	$\Delta\gamma e$	4.6	3.7	2.0	1.3	1.3	1.3	2.0	70	-8	0.58	0.47	0.03	2.00

Descrição das colunas (seção 2.3).

Elaboração dos autores.

A comparação entre os cenários pessimista, esperado e otimista mostra que o aumento da tendência de longo prazo implica o aumento da renda permanente (R) e a redução do desequilíbrio, do retorno e da proporção de agentes que têm o benefício corrigido devido às regras sociais.

A política de manter o salário mínimo constante (asm = 0) implica a redução do efeito das regras sociais, menos agentes restritos e redução do retorno dos grupos de menor escolaridade, e do desequilíbrio. Vale notar que a magnitude do efeito é pequena mesmo diante de uma alteração pronunciada da política do salário mínimo.

O sistema CD foi implementado considerando a regra convencional que faz o retorno nocional igual ao aumento do salário médio. Isso implica um valor do benefício substancialmente menor do que o que seria obtido pelo mesmo agente no sistema BD – como revelado no menor valor da taxa interna de retorno e da renda permanente – e também no aumento expressivo da proporção de agentes que têm o benefício aumentado devido às regras sociais.

A inclusão da regra social implica redução maior de (ψ) da taxa de variação da desigualdade da renda permanente, o que está relacionado com o aumento da proporção de agentes com o benefício corrigido (ϕc, ϕt).

3.3 Componentes do sistema BD

Os parâmetros que definem a condição de habilitação para a aposentadoria, a alíquota de contribuição e a taxa de reposição foram selecionados para avaliação. O aumento

da idade mínima de aposentadoria protela igualmente a aposentadoria de todos os agentes, mas o aumento do número mínimo de contribuições adia mais o momento da aposentadoria para aqueles que têm menor probabilidade de contribuição, ou seja, as mulheres e os de menor escolaridade. O aumento da alíquota de contribuição da parcela proporcional ($\Delta\tau$) reduz o desequilíbrio e o retorno dos contribuintes, este de forma desigual.

O sistema BD permite graduar o grau de equidade do SPR, como é mostrado na seção 3.1. O sistema BD reproduz a equidade do sistema CD quando o parâmetro α da taxa de reposição é anulado. Para avaliar o caso em que a preferência do legislador é a equidade, consideramos as duas últimas simulações ($\alpha = 0$, $\beta = 0.2$) que mostram o efeito de anular o parâmetro, e ($\alpha = 0$, $\beta = 0.3$) o efeito conjunto de anular e aumentar o segundo parâmetro para recuperar o retorno do sistema de referência. Neste exercício, incluímos nos resultados o desvio-padrão do retorno das categorias da coorte $s(\rho)$, medida que sumariza a dispersão dos retorno dos agentes da coorte e mede o grau de inequidade.

TABELA 3
Componentes do sistema BD

	Coorte = 2050											Ano = 2070		
	$\rho1$	$\rho2$	$\rho3$	$\rho4$	$\rho5$	$\rho6$	$S(\rho)$	ρ	R	ψ	ϕc	ϕt	$\Gamma0$	$\Gamma1$
Ref	4.6	4.0	3.7	3.5	3.0	2.2	4.0	3.2	75	-7	0.20	0.36	0.07	3.00
$\Delta idmin = 2$	4.1	3.6	3.4	3.1	2.5	1.8	3.6	2.8	75	-7	0.20	0.33	0.04	2.00
$\Delta Tcmin = 2$	4.3	4.0	3.7	3.5	3.0	2.2	4.0	3.1	72	-8	0.20	0.36	0.07	3.00
$\Delta\tau = 0.1$	3.2	2.5	2.3	2.1	1.6	1.0	2.5	1.8	69	-8	0.20	0.36	-0.01	-1.00
$Tr(0,0.02)$	4.1	3.2	2.1	2.1	2.1	1.9	3.2	2.6	73	-5	0.23	0.39	0.04	2.00
$Tr(0,0.03)$	4.1	3.3	3.4	3.1	2.7	2.3	3.3	3.3	77	-7	0.17	0.24	0.07	3.00

Descrição das colunas (seção 2.3).
$Tr(\alpha, \beta)$: simula alteração da taxa de reposição.

Elaboração dos autores.

As simulações a seguir mostram como alterar os parâmetros do sistema BD para alcançar os objetivos de equidade e redução de desigualdade, e os limites destes como instrumentos para controlar o desequilíbrio.

- O aumento do requerimento de idade ($\Delta idmin$) não tem efeito sobre a desigualdade, tem efeito pequeno sobre o retorno, mas implica redução expressiva do desequilíbrio do SPR.

- O aumento do número de contribuições ($\Delta tcmin$) tem efeito pequeno sobre os resultados, o retorno de desigualdade, inequidade e desequilíbrio.
- O aumento da alíquota de contribuição ($\Delta\tau = 0.1$) reduz, como esperado, a medida de alíquota potencial ($\Gamma 0$) em 10%, implica a redução do retorno, especialmente o das categorias com mais escolaridade, e, portanto, a redução da desigualdade e da inequidade.
- Anular o parâmetro de reposição da simulação ($\alpha = 0{,}0.2$) implica a redução do retorno de todas as categorias, mas com maior intensidade o das categorias de menor escolaridade, a redução da inequidade e o aumento da desigualdade, bem como a redução do desequilíbrio, de 0.17 para 0.13.
- Alterar a taxa de reposição para ($\alpha = 0$, $\beta = 0.3$) a fim de recuperar o retorno médio da simulação de referência implica um SPR com menos inequidade, mas com um desequilíbrio expressivamente maior que passa de 0.17 para 0.21.

3.4 Regras de ajuste

No SPR, o gasto com os aposentados é pago com a contribuição dos ativos e, portanto, o equilíbrio financeiro do sistema depende da razão entre o número de aposentados e o de contribuintes, conhecida como RD, que pode ser aproximada com a razão entre a população com mais de 65 anos e a população que tem entre 20 e 65 anos. Os padrões demográficos de fertilidade e mortalidade determinam essa relação que, em geral, é estável, mas a redução da fertilidade observada no Brasil e em muitos países que estão em transição demográfica altera de forma pronunciada essa relação. Em trinta anos, o número de aposentados por contribuinte irá mais do que dobrar em muitos países em transição demográfica, como mostra a tabela 4. Esse aumento impacta o financiamento do SPR e motiva a introdução de regras que ajustem as contribuições e os benefícios para garantir o equilíbrio do sistema.

TABELA 4
Relação de dependência (WB)

	RD			RD(*t*)/RD (2020)			RD			RD(*t*)/RD (2020)	
	2020	2050	2100	2050	t2100		2020	2050	2100	t2050	t2100
África	8	11	24	1.4	3.2	Alemanha	36	58	63	1.6	1.7
Ásia	15	31	52	2.1	3.5	México	13	29	62	2.2	4.7
Europa	32	54	61	1.7	1.9	Argentina	20	30	55	1.5	2.7
Estados Unidos	29	41	54	1.4	1.9	Brasil	15	39	70	2.6	4.6
Oceania	23	32	45	1.4	2.0	Chile	20	45	72	2.3	3.6
América do Sul	16	35	64	2.2	4.1	Colômbia	15	36	72	2.4	4.8
China	19	47	64	2.6	3.5	Equador	14	28	60	2.1	4.4

Fonte: Disponível em: <https://population.un.org/wpp/Download/standart/Population/>.
Elaboração dos autores.

A RD é uma variável demográfica que por sua natureza flutua vagarosamente, o que possibilita a proposição de reformas com duração limitada, até que um novo desequilíbrio torne necessária uma nova reforma. Essa sequência de reformas envolve disputas entre grupos de interesse e tendem a ser custosas política e socialmente. Alternativamente, alguns países introduziram regras que alteram automaticamente as contribuições e os benefícios de forma a manter o equilíbrio. Aqui vamos avaliar algumas dessas regras.

Até o momento, consideramos $SPR \rightarrow (\rho(c), \psi(c)|G(t), C(t))$, ou seja, dada as regras de um SPR, temos os resultados. Agora vamos considerar um sistema em que são incluídas regras que ajustam as contribuições e os benefícios para que $G(t) \cong R(t)$. Seja $SPRE \leftrightarrow (\rho(c), \psi(c)|G(t) \cong C(t))$ um sistema em que o equilíbrio financeiro está garantido com a introdução de regras que alteram as alíquotas de contribuição e reduzem o benefício distribuindo o ônus do desequilíbrio entre ativos e inativos. Nesse sistema em que os ajustes na alíquota de contribuição e no benefício são endógenos, a relação entre os resultados por coorte e por ano se torna mais complexa. O resultado da coorte (c) é calculado ao longo do ciclo de vida do que envolve ajustes que irão ocorrer entre os anos $c + 20$ e $c + 90$. Entretanto, o resultado por ano é uma agregação das contribuições e dos benefícios das coortes vivas nos anos, ou seja, $t - 20$ a $t - 90$. As duas medidas são interdependentes.

Vamos considerar três regras para distribuir o ônus do ajuste entre ativos e inativos.

A primeira (A1) utiliza a RD projetada para definir um fator de ajuste para as contribuições e o outro para os benefícios concedidos, que são comuns a todos os agentes no ano, ajuste calculado para manter o equilíbrio financeiro. Formalmente, a regra A1(α, β) determina o fator de ajuste da contribuição $\tau(t) = \tau(t - 1)(1 + \alpha\Delta rd(t))$ e do benefício concedido $\tau b(t) = \tau b(t - 1)(1 - \alpha\beta\Delta rd(t))$, em que $(\Delta rd(t))$ é a taxa de variação da RD.[31] Essa regra tem algumas características distintas das demais. O ajuste não é endógeno e o equilíbrio é obtido apenas para uma data futura, podendo ocorrer desequilíbrios transitórios. O valor do benefício concedido é uma renda invariante – o

31. A relação pode ser definida em termos demográficos fazendo a razão entre a população com mais do que 65 anos e a população com idade ativa entre 20 anos e 65 anos, $rd(t) = (p + 65(t)/p2065(t))$, ou de forma comportamental, fazendo a razão entre o número de aposentados e o número de contribuintes (nc), $rc(t) = nb(t)/nc(t)$.

valor futuro das alíquotas de contribuição é conhecido antecipadamente. Essa regra necessita de alterações mais modestas no funcionamento do sistema.

Nas regras (A2) e (A3) a alíquota de contribuição é calculada de forma a anular o desequilíbrio projetado, e o valor do benefício pago em cada ano é corrigido por um fator ($\tau b(t)$), comum a todos os agentes. Na regra A2(β), proposta por Auerbach *et al.* (2018), $\tau(t) = w(t)(1 - \beta)$, $\tau b(t) = w(t)\beta$, em que β é um parâmetro que distribui o ônus do ajuste entre ativos e inativos, e $w(t) = (G(t) - R(t))/((1 - \beta)fc(t) + \beta B^*(t))$,[32] em que ($R(t)$, $G(t)$, $fc(t)$, $B(t)$) são respectivamente a receita e a despesa corrente, o total dos salários de contribuição e o total dos benefícios reduzíveis.[33]

Na regra A3(α, γ) inspirada no sistema adotado na Alemanha, $\tau b(t) = \tau b(t - 1) + (1 - \alpha\Delta rd(t) + \gamma\Delta sl(t)))$, em que $\Delta sl(t)$ é a taxa de variação do salário médio líquido da contribuição. A diferença entre (A2) e (A3) é o critério de ajuste do benefício. Em particular, as duas são idênticas quando não ajustam o benefício fazendo $\beta = 0$ em A2 e $\alpha = \gamma = 0$ em A3.

O valor da contribuição é, segundo as regras simuladas, constituído de duas parcelas: a primeira em que a alíquota é determinada por uma função progressiva do salário de contribuição e a segunda proporcional (estamos considerando apenas o aumento da alíquota da parcela proporcional). Como a proporção entre essas duas parcelas depende de cada agente, o ônus relativo devido ao ajuste é diferente. Os inativos que recebem o benefício no valor mínimo não podem ter seu benefício reduzido e, portanto, o ajuste não tem efeito. Dessa forma, é ajustada apenas parte da contribuição e do benefício. Esses dois motivos fazem com que o fator de ajuste não seja uma medida adequada do ônus adicional dos ativos e inativos. Para isso, vamos considerar a receita e o gasto agregados para cada ano calculados sem e com o ajuste, respectivamente ($R0_t$, $G0_t$) e (R_t, Gt). A taxa de variação mede o ônus adicional dos ativos, e dos inativos ($\Gamma_t = \frac{R_t}{R0_t} - 1, \Gamma b_t = 1 - \frac{G_t}{G0_t}$).

32. Isso garante que $D(t) - \tau b(t) * B(t) - (R(t) + \tau(t)fc(t)) = 0$.

33. O algoritmo vai reduzir os benefícios segundo uma fração, mas as leis sociais impedem essa redução. Para considerar que a lei social impede a redução do benefício que está no mínimo, definimos arbitrariamente um valor de benefício a partir do qual é redutível.

O ajuste pode ser parametrizado para se obter, a longo prazo, o equilíbrio financeiro (A1), e a similaridade de ônus entre ativos e inativos. Além da regra (A1), consideramos duas versões do (A2), com o benefício calculado segundo a regra do BD (*a*2*bd*) e segundo a da CD (*a*2*cd*), e também quatro versões da regra (A3). Os parâmetros utilizados no ajuste estão documentados na tabela 5.

A regra de ajuste distribui o ônus entre ativos e inativos, aumentando a contribuição e reduzindo benefícios, redução que é limitada por um mínimo devido à regra social. A regra social diminui a magnitude do ajuste e aumenta a proporção de agentes que ganham o valor mínimo, proporção que depende da distância entre o mínimo e a distribuição do valor do benefício. A tabela 3 mostra que mesmo sem o fator de redução do benefício, cerca de 35% dos benefícios estão concentrados no valor mínimo. A regra social é uma proteção para os mais pobres, mas distorce a relação entre a contribuição do agente e o seu benefício e funciona como um desincentivo a contribuir. Aumentar a proporção dos que recebem o mínimo aumenta a abrangência do desincentivo a contribuir. O valor elevado dessa proporção mostra que, com o perfil do contribuinte brasileiro, as regras sociais são limitantes importantes das regras de ajuste.

Uma forma de reduzir o grau de restrição da regra social é aumentar a distância entre o mínimo e a distribuição dos benefícios. Para isso, vamos admitir que o salário mínimo é constante ($asm = 0$), tornando a regra social crescentemente menos restritiva. O exercício será apresentado em duas versões: na primeira o salário mínimo é constante (*sm*0), apresentado na tabela a seguir, e na segunda o salário mínimo cresce com o salário médio (*sm*1), apresentado no apêndice (tabela A.4).

O algoritmo χ calcula o resultado $X^w = \chi(\beta^w(t), \Delta\gamma^w)$ para cada realização dos componentes período e coorte, obtendo a distribuição do resultado $\{X^w\}$, descrita com a média $E(X^w)$ apresentada na tabela 5 e desvio-padrão $DP(X^w)$ relativo ao salário médio na tabela 7.

TABELA 5
Regras de ajuste médio (*sm*0)

Regra		C = 2050										Ano = 2070					
		$\rho 1$	$\rho 2$	$\rho 3$	$\rho 4$	$\rho 5$	$\rho 6$	$s(\rho)$	ρ	ψ	ϕc	ϕt	Γ	Γb	$\Gamma - \Gamma b$	$\Delta\tau$	τb
ref	-	4.0	3.9	3.5	3.2	2.8	2.2	3.9	2.9	-5.6	0.12	0.00	-	-	-	-	-
*A*1	.4,1	2.3	2.0	1.3	1.0	0.6	0.1	2.0	0.9	-4.4	0.26	0.00	0.28	0.22	0.06	0.06	0.64*
*A*3	0	2.1	2.1	1.7	1.4	1.0	0.6	2.1	1.5	-4.8	0.12	0.00	0.56	0.00	0.56	0.11	1.00
*A*3	.15	2.3	2.1	1.7	1.4	1.0	0.6	2.1	1.4	-5.2	0.13	0.52	0.39	0.11	0.28	0.08	0.85
*A*3	.35	2.6	2.3	1.6	1.3	0.9	0.4	2.3	1.3	-5.6	0.13	0.65	0.21	0.22	0.01	0.05	0.68
*A*3	.82,.5	2.9	2.6	1.7	1.2	0.7	0.2	2.6	1.3	-6.1	0.12	0.69	0.07	0.31	-0.24	0.02	0.51
A2bd	.38	2.4	2.1	1.6	1.3	0.9	0.5	2.1	1.4	-4.8	0.12	0.49	0.42	-0.09	0.51	0.08	0.87
A2cd	.38	3.5	3.0	1.8	1.1	0.4	-0.3	3.0	1.3	-9.4	0.41	0.75	0.11	0.28	-0.27	0.03	0.96
*A*3**	0	2.5	2.3	1.9	1.6	1.2	0.7	2.3	1.5	-8.4	0.19	0.32	0.83	0.18	0.65	0.14	1.00
*A*3**	.15	3.0	2.5	1.9	1.6	1.2	0.6	2.5	1.5	-9.1	0.19	0.60	0.65	0.06	0.59	0.11	0.85

Elaboração dos autores.
Obs.: * Nesse caso, o ajuste se dá no valor do benefício concedido.
** Admitindo que o salário mínimo valoriza a mesma taxa do salário médio.

Os resultados, exceto a simulação de referência, são de sistemas equilibrados, o que explica a similaridade entre as simulações do retorno (ρ), da inequidade ($s(\rho)$) e da redução da desigualdade da renda permanente (ψ), sendo que esta responde ao aumento da concentração (ϕt) no valor mínimo, o que reduz adicionalmente essa desigualdade. Os resultados explicitam o dilema entre aceitar a concentração de agentes recebendo o mínimo ou aceitar a desigualdade do ônus entre ativos e inativos.

Na simulação *a*30, o benefício é mantido constante e todo o ajuste é realizado com o aumento da contribuição. Na simulação *a*32 o ajuste é realizado buscando a similaridade[34] do ônus entre ativos e inativos. Na primeira, temos a concentração mínima e, na segunda, maior similaridade. A escolha entre esses limites é uma questão de preferência. A simulação *a*31 é um exemplo e mostra que um pequeno aumento do ônus do inativo implica aumento importante da concentração, indicando os limites da busca da similaridade do ônus nesse ambiente, mesmo buscando relaxar a restrição social.

Uma questão que não foi discutida para lidar com isso seria modificar a distribuição do valor do benefício concedido, aumentando o valor dos que recebem

34. E apresenta o menor *root-mean-square error* (RMSE), como mostra a tabela 6.

menos e diminuindo dos que recebem mais e, com isso, reduzindo a proporção de agentes suscetíveis a receber o mínimo.

A comparação das simulações *b*30 e *b*31 com *a*30 e *a*31 mostra o efeito da política de valorização do salário mínimo sobre o ajuste requerido na alíquota (τ) e no ônus médio do ativo (Γ).

Na simulação *a3s* consideramos o ajuste do benefício levando em conta os ganhos de produtividade futuros. Esse benefício do inativo implica aumento da alíquota de contribuição e o fator de ajuste para anular o desequilíbrio e manter a similaridade de ônus. Isso mostra que, nesse ambiente econômico, não é uma opção funcional.

As simulações *a*2*bd* e *a*2cd comparam a regra de cálculo do benefício e mostram que, nesse ambiente, a CD implica benefícios menores do que no BD, e, consequentemente, o aumento da concentração do benefício mínimo na concessão e no pagamento e em retornos menores, especialmente para os grupos de maior escolaridade. O sistema CD é por construção mais equilibrado do que o BD e requer menor ajuste do valor do benefício (τb = 0.96, τ = 0.03) do que o BD (τb = 0.87, τ = 0.08). Esse resultado é consistente com o fato de que o retorno representativo no sistema CD é menor do que o do sistema BD com as taxas de reposição simuladas. Ou seja, a generosidade do sistema BD tem consequências. Outro aspecto para comparar os dois sistemas é a equidade entre o retorno dos agentes. No sistema CD os retornos são, por construção, iguais para todos os agentes, e no BD a equidade e o nível do retorno podem ser graduados utilizando os parâmetros da taxa de reposição. Nas seções anteriores é mostrado que o sistema BD pode reproduzir a equidade verificada no sistema CD, assim como é feita uma análise de sensibilidade da relação entre os parâmetros da taxa de reposição e o valor do retorno.

A regra de A1, que requer uma reforma de menor alcance, foi parametrizada para garantir o equilíbrio a longo prazo para o ambiente econômico descrito com certa distribuição de cenários. No entanto, a longo prazo, é possível ocorrer alterações inesperadas nesse ambiente, algo inevitável em um período longo, fazendo com que o sistema necessite de ajustes. Outra crítica é que essa regra requer uma redução substancial do benefício concedido, bem como um aumento importante na proporção dos agentes que recebem o benefício concedido no valor mínimo.

Em seguida, será analisada, para uma seleção de simulações (*ref*, *a*1, *a*30, *a*31, *a*32), a evolução temporal dos resultados. A tabela 6 apresenta a desigualdade entre coortes com o desvio-padrão da inequidade, do retorno representativo, da redução da desigualdade e da concentração no benefício mínimo concedido. Adicionalmente, apresentamos uma medida da similaridade do ônus entre ativos e inativos com o erro médio quadrático (EMQ) da diferença entre essas medidas.

TABELA 6
Desigualdade entre coorte

	*Sm*0					*Sm*1				
	ρ	$s(\rho)$	ψ	ϕc	$\Gamma - \Gamma b$	ρ	$s(\rho)$	ψ	ϕc	$\Gamma - \Gamma b$
ref	0.13	0.09	0.54	0.03	-	0.20	0.16	1.46	0.12	-
*a*1	0.28	0.17	1.95	0.09	0.45	0.41	0.20	3.08	0.07	0.64
*a*30	0.42	0.13	0.96	0.03	2.71	0.44	0.20	1.48	0.12	3.59
*a*31	0.33	0.14	1.05	0.03	1.32	0.39	0.20	2.00	0.12	2.27
*a*32	0.26	0.15	1.42	0.03	0.37	0.35	0.21	2.73	0.12	1.20

Elaboração dos autores.

Os resultados mostram que a simulação *a*32 é a que apresenta, para a versão *sm*0, o maior grau de similaridade entre ativos e inativos, seguida da simulação *a*1. Esses resultados se mantêm para a simulação *a*1 na versão *sm*1, mas não para a simulação *a*2, sugerindo que o grau de similaridade é sensível à parametrização.

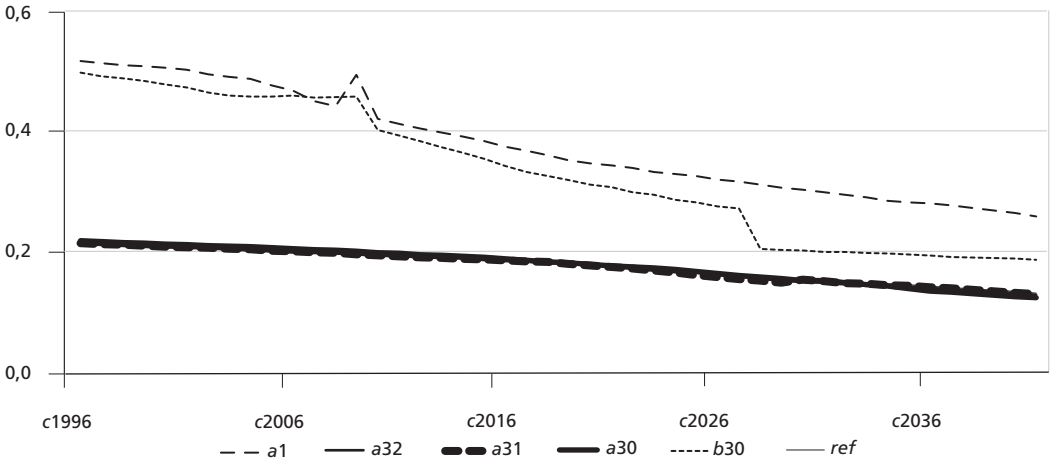
Em seguida, apresentamos para essas simulações da versão *sm*0 adicionada da simulação *a*30 a versão *sm*1, denotada por *b*30. Os gráficos referem-se às medidas por coorte – gráfico 1 (ρ, $s(\rho)$, ψ) – e às medidas por ano do ônus do ativo e desvio – gráfico 2 (Γ, $\Gamma - \Gamma b$) –, às alíquotas de contribuição e ao fator de ajuste do benefício – gráfico 3 (τ, τb) – e à proporção de benefícios corrigidos no pagamento e na concessão – gráfico 4 (ϕt, ϕc). Os gráficos por coorte (c) consideram as contribuições e os benefício ajustados por fatores calculados para os anos (c + 20, c + 90), assim como os resultados por ano consideram a agregação de coortes vivas em (t), ou seja, (t – 20, t – 90), em que as coortes posteriores a 2050 são supostamente invariantes e iguais a essa coorte. Portanto, as projeções para os anos posteriores a 2070 devem ser lidas como uma aproximação.

O gráfico 1 apresenta a proporção de inativos que recebem o benefício no valor mínimo devido à regra social. Essa proporção é decrescente nos dois casos mostrados devido à tendência de aumento do salário, e, portanto, ao afastamento entre o valor

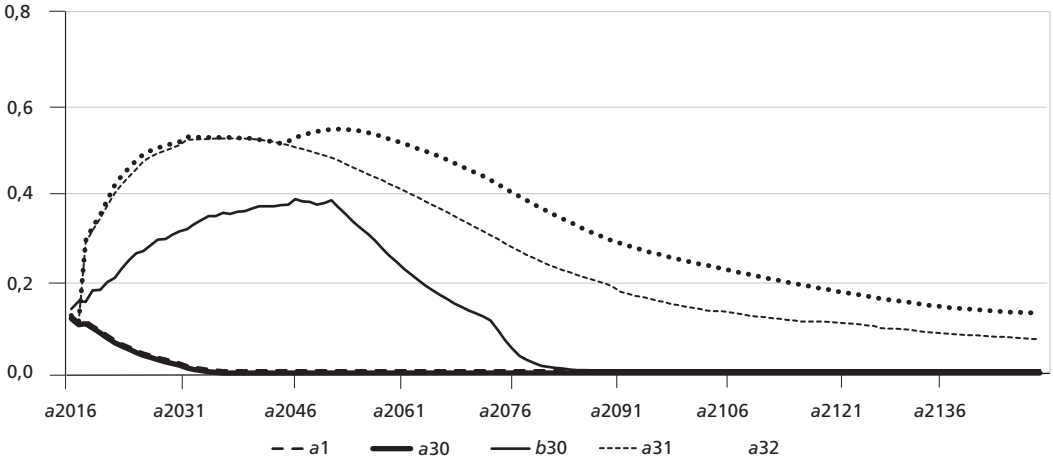
mínimo e a distribuição do benefício. Reforçando esse argumento, a simulação *b*30 mostra que a valorização plena do salário mínimo (*asm* = 1) aumenta expressivamente essas proporções, mas sempre com a tendência de queda.

Os resultados por coorte (gráfico 2) apresentam tendências quase lineares de queda do retorno representativo (ρ) da inequidade *s*(ρ) e da menor redução da desigualdade (ψ). Essas tendências podem ser explicadas com a redução da proporção de agentes que recebem o mínimo.

GRÁFICO 1
Efeito da simulação sobre o benefício mínimo
1A – Proporção com mínimo na concessão (ϕ*c*)



1B – Proporção com mínimo no pagamento (ϕ*t*)

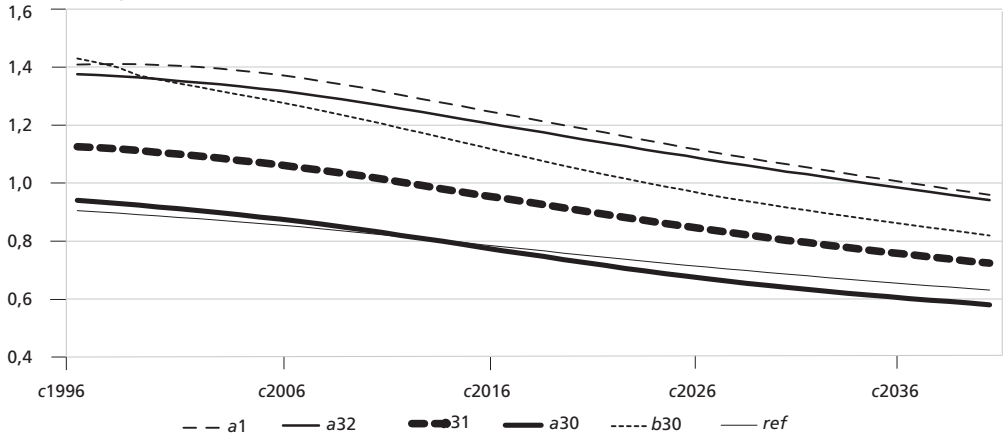


Elaboração dos autores.
Obs.: 1. *c*1996 a *c*2036: ano de nascimento do contribuinte.
2. *a*2016 a *a*2136: ano de ocorrência do evento.

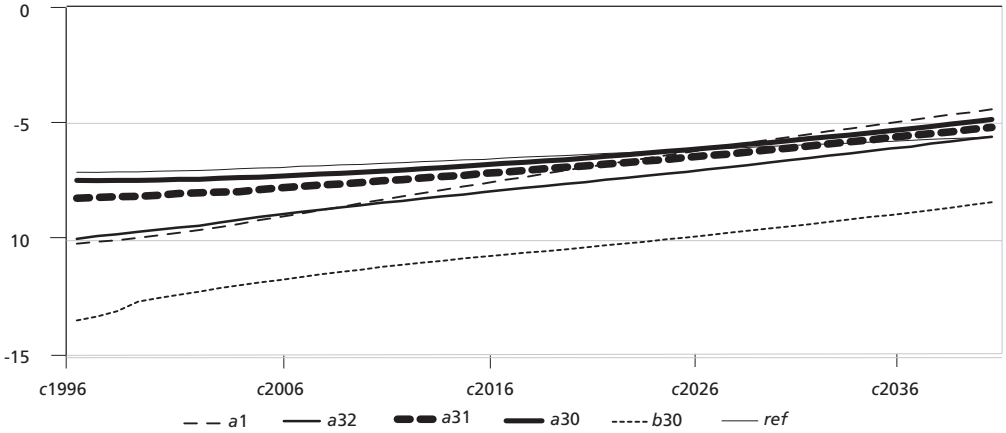
GRÁFICO 2

Efeito da simulação sobre a equidade e a desigualdade intracoorte

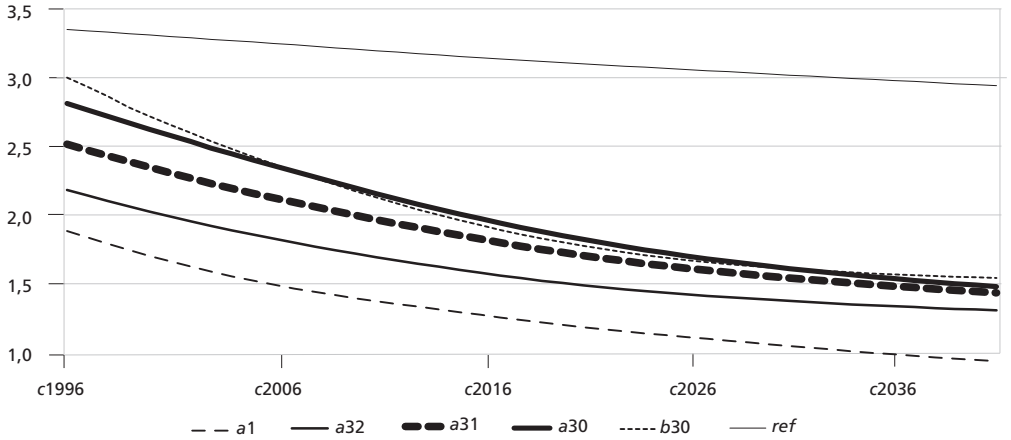
2A – Inequidade: $s(\rho)$



2B – Desigualdade: (ψ)



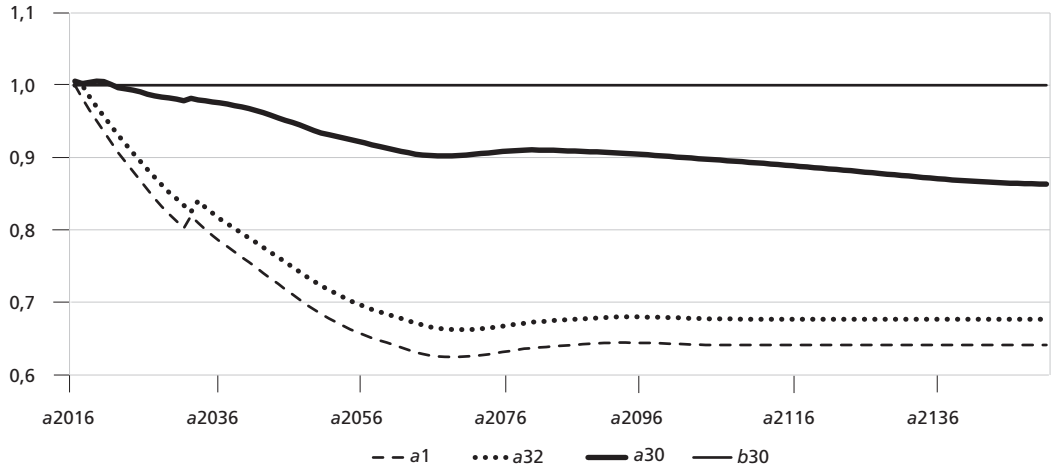
2C – Retorno representativo: (ρ)



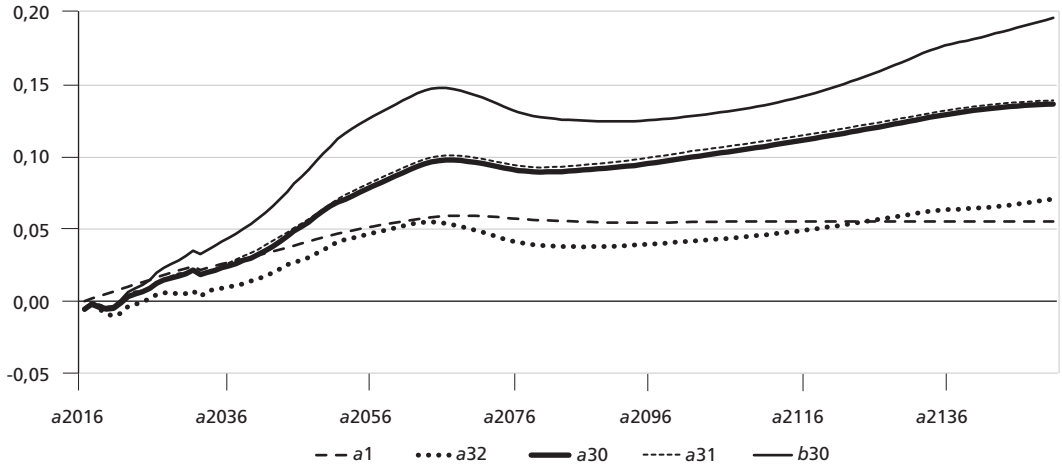
Elaboração dos autores.

GRÁFICO 3
Trajetória dos elementos de ajuste ao longo do tempo

3A – Fator de ajuste do benefício: (τb)

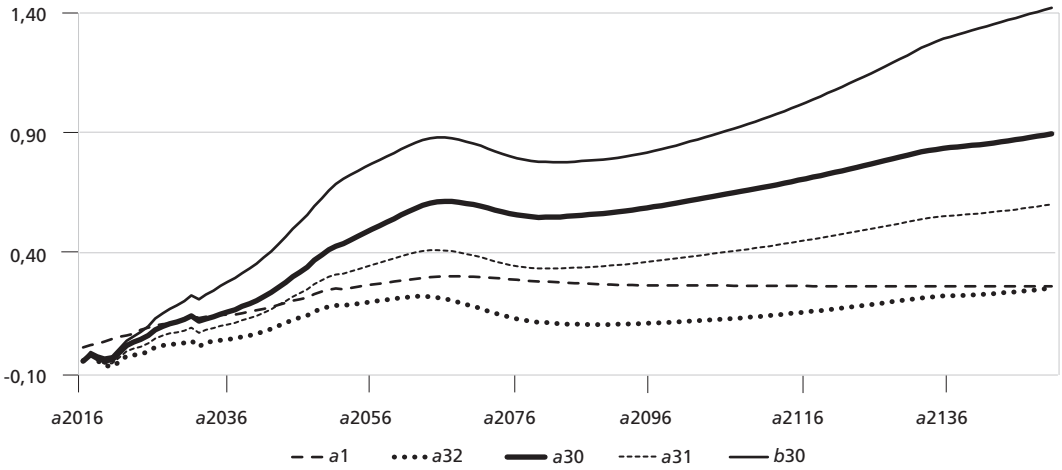


3B – Aumento da alíquota: ($\Delta\tau$)

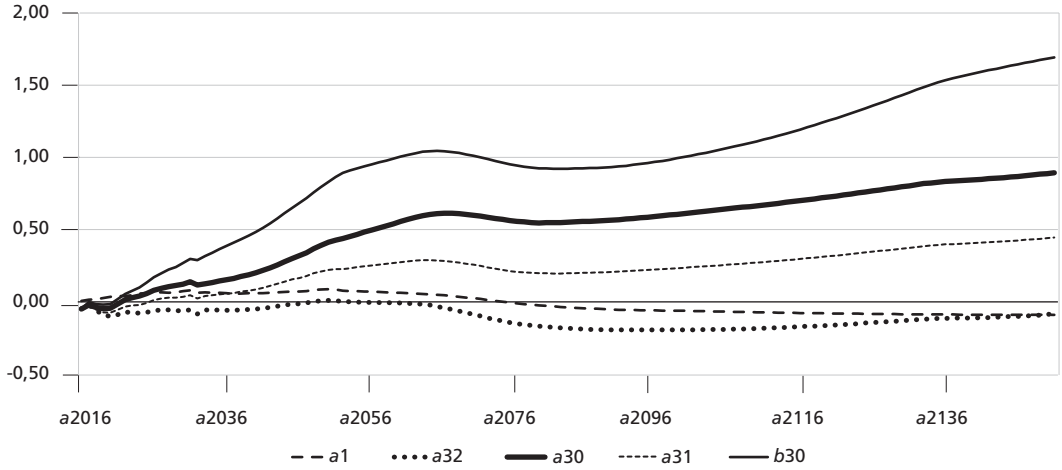


Elaboração dos autores.

GRÁFICO 4
Efeito da simulação sobre medidas de desequilíbrio
4A – Ônus médio ativo: (Γ)



4B – Desvio ativo inativo: (Γ – Γ*b*)



Elaboração dos autores.

O gráfico do ajuste do benefício (τ*b*) no gráfico 3 mostra que, apesar de terem condicionantes diversos, as simulações *A*1 e *A*32 apresentam trajetórias similares, condicionadas com parâmetros semelhantes ao crescimento da RD. O ajuste da contribuição mostra trajetória complementar. As duas simulações com maior ajuste do benefício apresentam o menor aumento da alíquota. Com exceção da trajetória (*a*1), as demais apresentam uma tendência de aumento da alíquota – mesmo as simulações (*a*31, *a*32), em que os inativos são ajustados, e admitindo a invariância do perfil do contribuinte a partir de 2050. O aumento

no caso da simulação (*b*30), em que o salário mínimo tem correção plena, é maior ainda, mostrando o "custo" de longo prazo da política de valorização do salário mínimo no sistema previdenciário. O gráfico 4 apresenta o ônus médio do ativo e o desvio entre o ônus do ativo e do inativo, além de um padrão semelhante ao da alíquota de ajuste.

Os resultados apresentados e discutidos, inclusive nos gráficos, são o valor esperado da distribuição do resultado, $E(\chi(\beta^{w}(t), \Delta\gamma^{w}))$. Na tabela 7 é apresentado o respectivo desvio-padrão $dp(\chi(\beta^{w}(t), \Delta\gamma^{w}))$. Vale comentar que para a maioria das medidas o desvio-padrão é menor do que 2% da média, mostrando que a incerteza tem pouco efeito. Além disso, apesar de o algoritmo ser não linear, com truncamentos, resultados não apresentados mostram que $E(\chi(\beta^{w}(t), \Delta\gamma^{w})) \cong \chi(E(\beta^{w}(t), \Delta\gamma^{w}))$ para a maioria das medidas, exceto para as medidas agregadas como a receita e o gasto total, para as quais o desvio-padrão relativo à média é cerca de três vezes maior. Essa característica permite discutir com simulações não estocásticas resultados do sistema SPR, mas não as do sistema SPRE, que é calculado com essas medidas.[35]

TABELA 7
Regras de ajuste: desvio-padrão

	$\rho1$	$\rho2$	$\rho3$	$\rho4$	$\rho5$	$\rho6$	$s(\rho)$	ρ	ψ	ϕc	ϕt	Γ	Γb	$\Delta\tau$	τb
ref	.02	.02	.00	.01	.01	.01	.02	.01	-.11	.00	.01	-	-	-	-
*A*1	.03	.03	.02	.01	.01	.01	.03	.01	-.03	.00	.01	.005	.002	.000	.001
*A*3(0)	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	-.03	.01	.03	.008	.005	.001	.007
*A*3(.15)	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	-.04	.01	.01	.008	.005	.001	.009
*A*3(.35)	.03	.02	.02	.02	.02	.02	.02	.02	-.03	.00	.00	.008	.005	.001	.006
*A*3(.82,.5)	.03	.02	.02	.03	.04	.04	.02	.02	.07	.00	.00	.003	.003	.001	.007
*A*2*bd*(.2)	.04	.04	.02	.03	.03	.03	.04	.02	-.03	.01	.01	.013	.006	.003	.000
*A*2*cd*(.38)	.04	.05	.05	.05	.06	.08	.05	.04	.49	.02	.01	.013	.007	.002	.000

Elaboração dos autores.

4 CONCLUSÃO

Os SPRs são complexos e a alteração de uma regra pode modificar os resultados muitos anos depois e envolve a transferência de recursos: i) entre ativos e inativos; ii) entre os tipos de agente de uma coorte submetidos às mesmas condições externas; e iii) entre

35. Possivelmente devido ao salário ter uma distribuição *log*-linear, o que condiciona as receitas e despesas do sistema.

agentes de coortes diferentes, quando os agentes estão submetidos a regras de ajuste e condicionantes macroeconômicos diferentes.

Para lidar com esse ambiente complexo em que a heterogeneidade entre os agentes é relevante, e existem agentes que não contribuem durante períodos do seu ciclo de vida, desenvolvemos um modelo que projeta a trajetória de salário, probabilidade de contribuição e composição da distribuição da escolaridade da população de doze tipos de agentes por coorte. Para tanto, considera-se a incerteza devido ao ciclo macroeconômico e à tendência de longo prazo do perfil do contribuinte para projetar realizações do fluxo de contribuições e benefícios de cada tipo de agente, e as correspondentes trajetórias do impacto do sistema sobre o agente – como a taxa interna de retorno e a desigualdade da renda permanente – e a trajetória da receita e o gasto agregado do sistema em cada ano. Foram realizados dois tipos de exercício, com o que chamamos do sistema SPR, em que o sistema pode estar desequilibrado, e com o sistema SPRE, em que a contribuição e o valor do benefício são ajustados endogenamente para garantir o equilíbrio financeiro do sistema. O que aprendemos?

A regra social é uma restrição ativa, que tem um custo expressivo e um efeito importante sobre a distribuição da renda, especialmente quando utilizada a política de valorização plena do salário mínimo (asm = 1).

O sistema de CD, no ambiente econômico simulado, implica um valor do benefício muito menor do que o sistema de BD e a igualdade entre os agentes do seu retorno. A taxa de reposição do sistema (BD) pode ser utilizada para graduar o nível do retorno e a equidade entre os retornos e parecer um sistema mais flexível e adequado para países com expressiva desigualdade de renda e de comportamento contributivo.

No caso do Brasil, utilizado nas simulações, a proximidade entre o valor do salário mínimo e a distribuição do benefício implica um dilema entre similaridade entre ativos e inativos e a proporção de agentes que recebem o benefício mínimo. Isso motiva algumas alternativas para se obter o equilíbrio. A primeira concentra ônus do ajuste nos ativos preservando o valor do benefício – simulação $a30$ –, o que implica aumento da alíquota de contribuição entre 11% e 14% em 2070. A segunda onera igualmente ativos e inativos – simulação $a32$ – e aceita um aumento expressivo da proporção de

agentes recebendo o mínimo. Ou, ainda, uma terceira alternativa, intermediária, em que é escolhido um nível de ônus e de concentração.

Este exercício utilizando o perfil contributivo e as regras do SPR em vigor no Brasil mostra a relação entre as regras do sistema e o retorno dos agentes, a desigualdade da distribuição da renda permanente e o desequilíbrio financeiro, admitindo regras exógenas ou determinadas endogenamente para se garantir o equilíbrio financeiro do sistema previdenciário. Esses resultados sugerem o funcionamento do SPR em países com agentes heterogêneos e mercado informal de trabalho, características típicas de países emergentes.

REFERÊNCIAS

AUERBACH, A. L. *et al.* Propagation and smoothing of shocks in alternative social security systems. **Journal of Public Economics**, v. 164, p. 91-105, 2018.

AUERBACH, A. L.; LEE, R. **Welfare and generational equity in sustainable unfunded pension systems**. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 2009.

BARBOSA FILHO, H.; PESSÔA, S. Pessoal ocupado e jornada de trabalho: uma releitura da evolução da produtividade no Brasil. **Revista Brasileira de Economia**, v. 68, n. 2, 2014.

BRASIL. Ministério da Fazenda. **Projeções atuariais para o Regime Geral de Previdência Social (RGPS).** Brasília: Ministério da Fazenda, 2017.

CAETANO, M. A.-R. *et al.* **Fim do fator previdenciário e a introdução da idade mínima**: questões para a previdência social no Brasil. Brasília: Ipea, 2016. (Texto para Discussão, n. 2230).

CAVALCANTI *et al.* **Reforma da Previdência, crescimento econômico e distribuição intergeracional**: simulações para o Brasil. Brasília: Ipea, 2018. Mimeografado.

DEATON, A.; PAXSON, C. Saving, growth, and aging in Taiwan. *In*: WISE, D. (Ed.). **Studies in the economics of aging**. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 1994. p. 331-362.

GIAMBIAGI, F. *et al.* Impacto de reformas paramétricas na Previdência Social brasileira: simulações alternativas. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 37, n. 2, 2007.

HANOCH, G.; HONIG, M. "True" age profiles of earnings: adjusting for censoring and for period and cohort effects. **Review of Economics and Statistics**, v. 67, n. 3, p. 383-394, 1985.

OECD – ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Education at a glance**. Paris: OECD, 2008.

UN – UNITED NATION. **Old-age dependency ratio 65+/(20-64)**. New York: United Nation, 2019. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/Download/Files/1_Indicators%20(Standard)/EXCEL_FILES/1_Population/WPP2019_POP_F13_D_OLD_AGE_DEPENDENCY_RATIO_2564.xlsx>.

VALDES-PRIETO, S. The financial stability of notional account pensions. **Scandinavian Journal of Economics**, v. 102, n. 3, p. 395-417, 2000.

APÊNDICE

1 CARACTERIZANDO O ESTADO DO SISTEMA DE PREVIDÊNCIA POR REPARTIÇÃO NO ANO INICIAL DAS SIMULAÇÕES

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) disponibiliza a população por ano para o período 1992-2060 e por idade (0 ano a 80 anos). Com essa informação, e admitindo que a taxa de sobrevivência de cada coorte é a mesma da última coorte em que essa informação está disponível, calculamos a população por coorte e por idade, que é a informação relevante para o modelo.

Os nascidos em 1942 se aposentam a partir de 2002. O gasto realizado em 2015 depende de inativos que nasceram antes de 1942 e, por isso, consideramos que a população nascida nesse ano é multiplicada por dez para dar conta, de uma forma aproximada, desse contingente não contabilizado diretamente. O efeito dessa aproximação é mínimo em 2015 e se extingue antes de 2020.

A condição inicial do sistema em 2015 considera agentes nascidos desde 1942, submetidos à regra que vigorava antes de 2019, pré-PEC[1] – até 2015. A partir desse ano, o sistema considera as regras simuladas. A coorte dos nascidos em 1995, que entra no mercado de trabalho em 2015, é a primeira submetida às regras simuladas desde o início da sua vida contributiva. As coortes de 1942-1994 são impactadas em diferentes momentos do ciclo de vida. Os que já estavam aposentados em 2015 podem ter apenas o valor do seu benefício alterado; os demais são impactados no valor das contribuições e na habilitação para aposentadoria. O resultado agregado de cada ano é um agregado das gerações vivas no ano e que foram impactadas de forma distinta. Isso implica um período transitório inicial prolongado.

Neste exercício estamos considerando um Sistema de Previdência por Repartição (SPR) estilizado que ignora os gastos com pensões e auxílios e aposentadorias especiais, como as rurais, que respondem por uma parte expressiva dos gastos totais. Para lidar com

1. Proposta de Emenda Constitucional.

isso, admitimos que esse sistema estilizado está equilibrado financeiramente em 2015 e, para tanto, a alíquota do empregador (τ) foi fixada em 10%. O ajuste da condição inicial se dá aumentando o tamanho da coorte inicial, o que reproduz o número de aposentados em 2015, alterando a alíquota do empregador. Com essa parametrização, a simulação no período inicial produz fatos empíricos que podem ser comparados com os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD): i) os recebedores do Benefício de Prestação Continuada (BPC) são, em número, 9% dos recebedores de aposentadoria; e ii) 50% das aposentadorias têm valor igual ao salário mínimo. Esses números são próximos ao que ocorria em 2015. Isso significa que nosso modelo pode estar descrevendo bem o padrão de despesas previdenciárias associadas aos direitos adquiridos por idade (aposentadoria urbana por idade ou por contribuição) e ao BPC.

2 RESULTADOS AUXILIARES DOS COMPONENTES PERÍODO E COORTE

As tabelas A.1 e A.2 descrevem a interdependência entre as componentes períodos que constituem o que chamamos de modelo macro, e a tabela A.3 mostra o efeito direto sobre o *log* do salário Δs e a probabilidade de constribuir Δp, e a probabilidade de pertencer à classe de escolaridade Δzk, e o efeito total apresentado nas quatro últimas colunas.

TABELA A.1
Autovalores da decomposição canônica

	*c*1	*c*2	*c*3	*c*4	*c*5
Proporção	.48	.37	.07	.04	.01
A	.48	.85	.92	.96	.97

Elaboração dos autores.

TABELA A.2
Correlação entre os quatorze componentes período

	ph	*pm*	*sh*	*sm*	*x2h*	*x2m*	*x3h*	*x3m*	*x4h*	*x4m*	*x5h*	*x5m*	*x6h*	*x6m*
ph	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pm	.94	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
sh	.48	.68	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
sm	.18	.43	.95	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
x2h	.43	.26	-.36	-.57	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
x2m	.47	.30	-.36	-.58	.99	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-
x3h	-.01	-.06	-.46	-.53	.80	.77	1.00	-	-	-	-	-	-	-
x3m	.04	-.06	-.47	-.56	.82	.78	.94	1.00	-	-	-	-	-	-
x4h	-.83	-.86	-.43	-.18	-.53	-.56	-.29	-.23	1.00	-	-	-	-	-
x4m	-.77	-.82	-.45	-.23	-.49	-.52	-.31	-.27	.95	1.00	-	-	-	-
x5h	-.54	-.43	.14	.36	-.89	-.91	-.75	-.72	.70	.65	1.00	-	-	-
x5m	-.63	-.51	.10	.34	-.90	-.92	-.68	-.68	.74	.69	.99	1.00	-	-
x6h	.19	.43	.86	.87	-.41	-.42	-.35	-.46	-.33	-.35	.20	.21	1.00	-
x6m	.20	.44	.86	.88	-.43	-.44	-.39	-.50	-.33	-.36	.24	.24	.99	1.00

Elaboração dos autores.

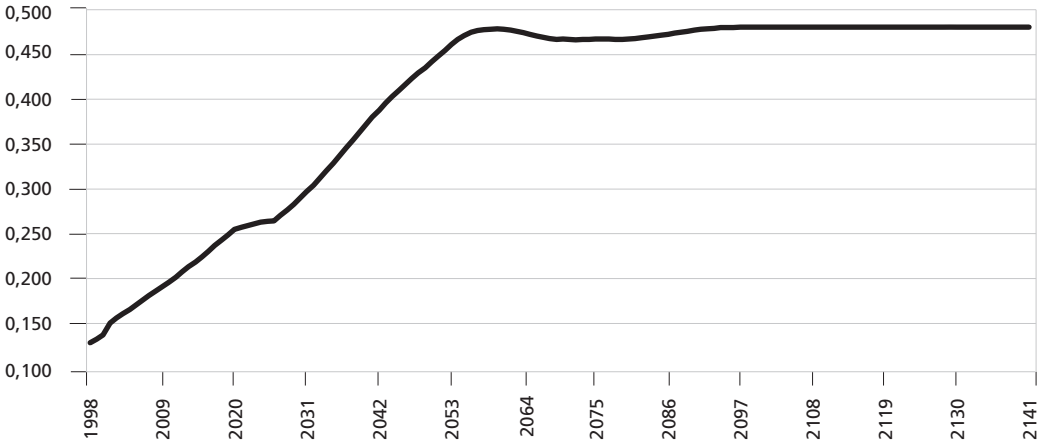
TABELA A.3
Tendência do componente coorte

Efeito	Direto (%)														Total			
	Δph	*Δpm*	*Δsh*	*Δsm*	*zh6*	*zm6*	*zh5*	*zm5*	*zh4*	*zm4*	*zh3*	*zm3*	*zh2*	*zm2*	*Δph*	*Δpm*	*Δsh*	*Δsm*
Observado	.2	.2	-.6	.3	.1	.3	.7	.8	.1	.1	-.2	-.3	-.4	-.4	.5	.6	.5	1.3
Médio	.2	.2	1.0	1.0	.2	.2	.2	.2	.	.0	-.2	-.2	.05	.05	.3	.3	1.1	1.1
Máximo	.4	.4	2.0	2.0	.5	.5	.3	.3	-.1	-.1	-.4	-.4	-.1	-.1	.7	.7	2.2	2.2

Elaboração dos autores.

3 RESULTADOS COMPLEMENTARES

GRÁFICO A.1
Relação de dependência projetada: *rd*: *pop* + 65/*pop*(20-64)



Elaboração dos autores.

TABELA A.4
Regras de ajuste médio (*sm*1)

		ρ1	ρ2	ρ3	ρ4	ρ5	ρ6	*s*(ρ)	ρ	ψ	ϕ*c*	ϕ*t*	Γ	Γ*b*	Γ – Γ*b*	Δτ	τ*b*
ref	1	4.3	4.0	3.7	3.4	3.0	2.2	4.0	3.2	-7.3	0.19	0.36	-	-	-	-	-
*A*1-*lp*	2	3.3	2.7	1.5	1.2	0.8	0.2	2.7	1.3	-9.4	0.43	0.39	0.27	0.16	0.10	0.06	0.64*
*A*3(0)	3	2.5	2.3	1.9	1.6	1.2	0.7	2.3	1.5	-8.4	0.19	0.32	0.83	0.18	0.65	0.14	1.00
*A*3(.15)	4	3.0	2.5	1.9	1.6	1.2	0.6	2.5	1.5	-9.1	0.19	0.60	0.65	0.06	0.59	0.11	0.85
*A*3(.35)	5	3.5	2.9	1.9	1.5	1.1	0.5	2.9	1.4	-9.6	0.19	0.70	0.41	0.18	0.23	0.08	0.68
*A*3(.82,.5)	6	3.6	3.1	2.0	1.5	1.0	0.3	3.1	1.6	-10.5	0.19	0.83	0.30	0.25	0.05	0.06	0.53
*A*2*bd*(.38)	7	3.7	3.0	1.8	1.5	1.0	0.4	3.0	1.5	-9.3	0.19	0.65	0.68	0.04	0.64	0.11	0.82
*A*2*cd*(.38)	8	4.3	3.7	2.2	1.4	0.6	-0.6	3.7	1.4	-15.2	0.53	0.78	0.38	0.25	0.14	0.08	0.87

Elaboração dos autores.
Obs.: * Nesse caso, o ajuste se dá no valor do benefício concedido.

4 AVALIANDO A PEC DE 2019

A tabela a seguir compara os resultados para as coortes (*c*1995, *c*2030, *c*2050) e os anos (*a*2020, *a*2060, *a*2150) das projeções realizadas segundo a simulação de referência adotada (*BDT*), com a projeção utilizando as regras em vigor antes da reforma de 2019 (*BDA*).

TABELA A.5
Comparando projeções

	ρ1	ρ2	ρ3	ρ4	ρ5	ρ6	ρ	ψ	ϕ*c*		ϕ*t*	Γ0	Γ1
BDT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
*c*1995	6.2	5.5	3.9	3.7	3.5	2.7	3.8	-12	0.460	a2020	0.359	-0.006	0.0
*c*2030	4.9	4.1	3.8	3.6	3.1	2.3	3.3	-8	0.227	a2060	0.358	0.073	3.3
*c*2050	4.6	4.0	3.7	3.5	3.0	2.2	3.2	-7	0.196	a2150	0.000	0.167	42.4
BDA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
*c*1995	6.0	5.2	4.1	3.8	4.3	4.5	4.9	-2	0.227	a2020	0.327	-0.005	0.0
*c*2030	4.7	4.3	3.8	3.8	4.7	4.5	5.0	1	0.064	a2060	0.151	0.145	6.9
*c*2050	4.6	4.2	3.8	4.2	4.8	4.4	5.0	-1	0.040	a2150	0.000	0.466	123.1

Elaboração dos autores.

A PEC previdência modificou diversos componentes da legislação em vigor em 2018.[2] O efeito dessas modificações pode ser avaliado comparando os resultados da

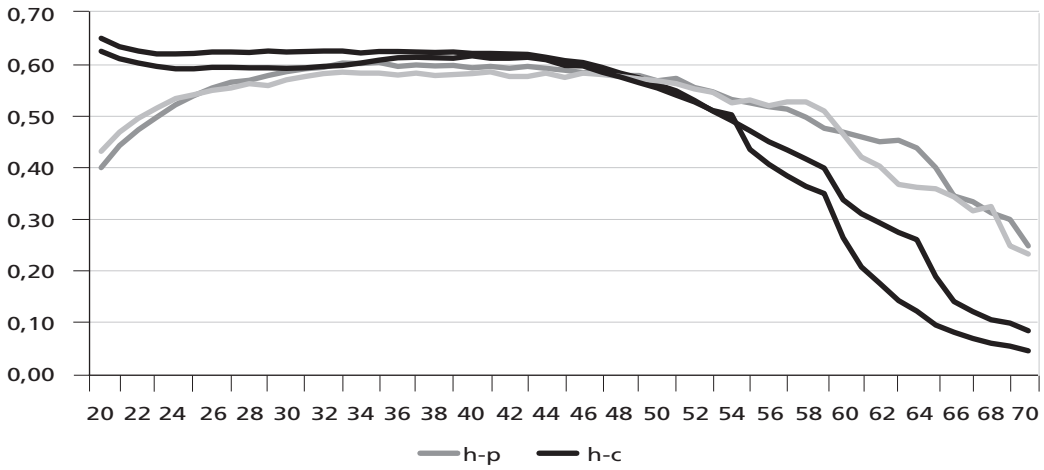
2. Que eliminou a aposentadoria por tempo de contribuição, aumentou os requerimentos para habilitação da aposentadoria e reduziu a taxa de reposição.

simulação (*BDA*) que projeta o que teria acontecido se a legislação em vigor em 2018 tivesse sido mantida, com os resultados da projeção das regras aprovadas na PEC *BDT*(*ref*). Observa-se que a *BDT* apresenta uma redução da desigualdade de distribuição da renda permanente de até 12%, ao contrário da *BDA*, com uma redução do desequilíbrio de (0.466 para 0.167), e do retorno do agente representativo, de 5% para 3%.

5 VALIDANDO A PNAD

O gráfico A.2 apresenta a probabilidade de contribuição em função da idade segundo gênero estimada na PNAD e no Cadastro Nacional de Informações Sociais (CNIS), onde: $h-p$ ($m-p$): prob.contribuição estimada na PNAD dos homens (mulheres) e $h-c$ ($m-p$): prob.contribuição estimada no CNIS dos homens (mulheres). O gráfico mostra que os resultados obtidos com o registro administrativo que contém o histórico contributivo do agente têm uma trajetória ao longo do ciclo de vida similar àquela obtida com a PNAD, que é uma sequência de amostras, o que fornece evidência a favor do uso da PNAD para a obtenção dos resultados, como discutido no texto. A tabela A.6 apresenta a mesma comparação com resultados agregados, que são os relevantes para determinar a habilitação da aposentadoria.

GRÁFICO A.2
Probabilidade de contribuir estimada na PNAD e no CNIS



Elaboração dos autores.

TABELA A.6
Número acumulado de contribuições em idade de aposentadoria segundo gênero e fonte

	Homem		Mulher	
	PNAD	CNIS	PNAD	CNIS
55	20	22	20	21
60	23	24	23	23
65	25	25	25	24
70	27	26	26	24

Elaboração dos autores.

6 O MODELO AGE-PERIOD-COHORT (APC)

Componentes do modelo APC estimados com as PNADs 1992-2015 em que:

- (*iph, ipm*): probabilidade de contribuição homem/mulher;
- (*ssh, ssm*): logaritmo do salário de contribuição (homem/mulher); e
- (*xkh*, *xkm*): proporção de pessoas que têm escolaridade (*k*). O primeiro grupo de escolaridade foi calculado como um complemento dos demais, e o grupo $k = 2$ não foi apresentado, pois é muito próximo do grupo para $k = 3$.

TABELA A.7
Componente escolaridade

	iph	*ipm*	*ssh*	*ssm*
*esc*2	.10	.03	.14	.01
*esc*3	.24	.12	.46	.23
*esc*4	.33	.19	.65	.41
*esc*5	.43	.37	.90	.67
*esc*6	.52	.57	1.65	1.37

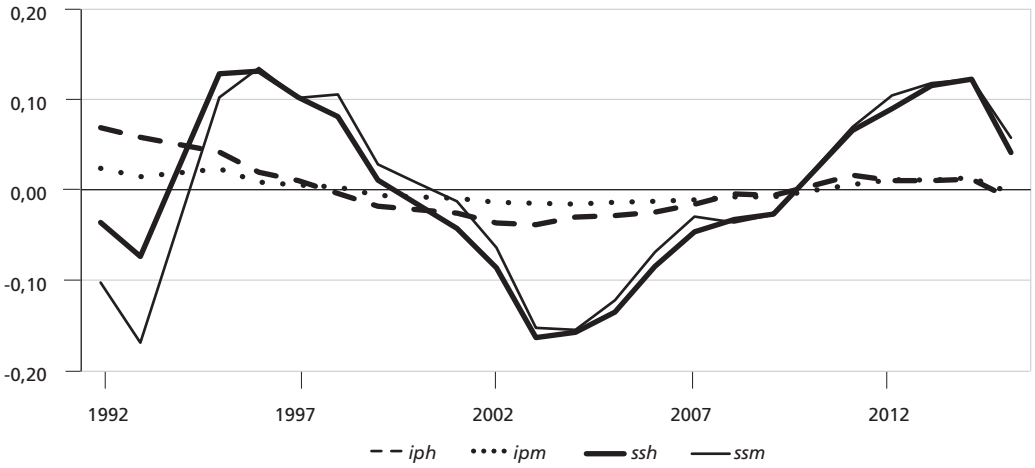
Elaboração dos autores.

TABELA A.8
Parâmetros das equações

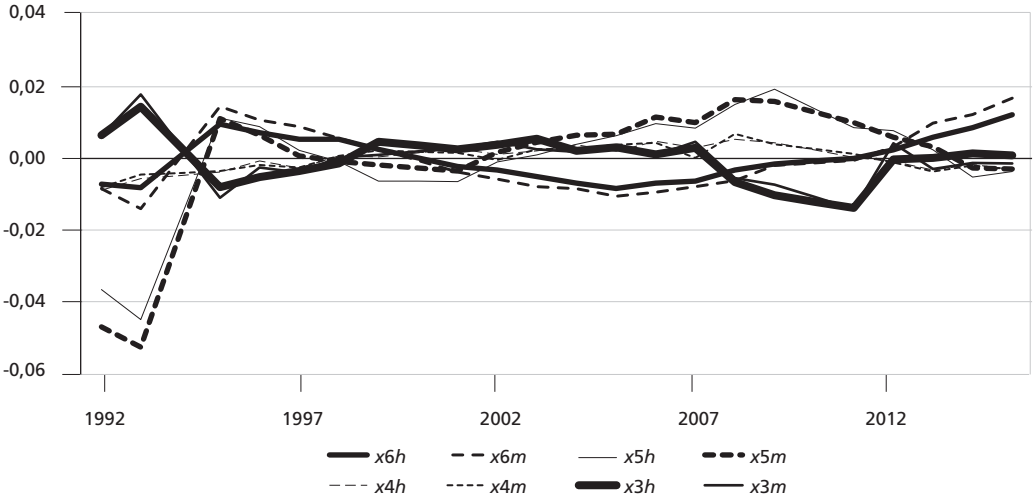
	iph	*ipm*	*ssh*	*ssm*	*x2h*	*x2m*	*x3h*	*x3m*	*x4h*	*x4m*	*x5h*	*x5m*	*x6h*	*x6m*
*Const**	.016	-.012	6.109	6.127	.071	.055	.329	.279	.138	.130	.362	.439	.034	.039
*EP***	.464	.421	.641	.607	.322	.311	.481	.473	.221	.216	.425	.436	.277	.300
*DP****	.030	.013	.091	.096	.009	.009	.006	.007	.004	.004	.015	.017	.006	.009

Elaboração dos autores.
Obs.: * Constante.
** Erro-padrão da equação.
*** Desvio-padrão do componente período.

GRÁFICO A.3
Componente período
A.3A – Salário e probabilidade de contribuir

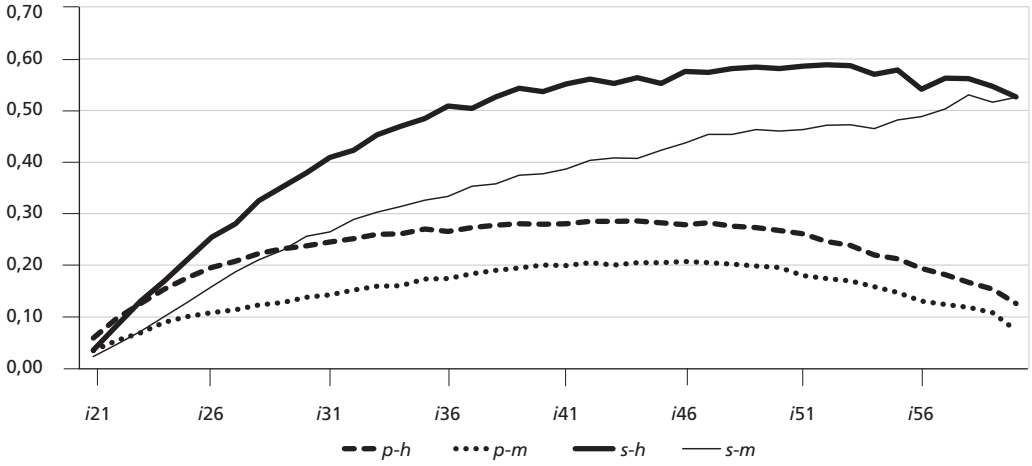


A.3B – Composição escolaridade

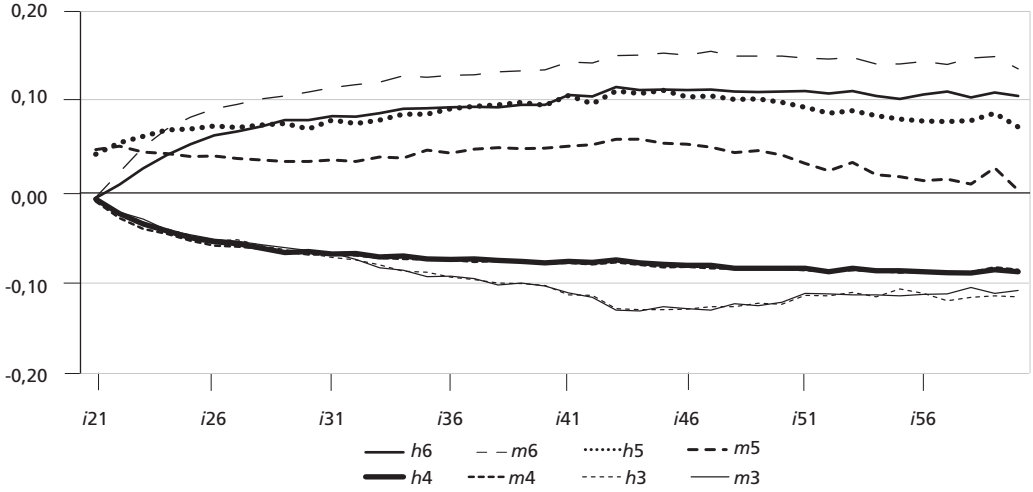


Elaboração dos autores.

GRÁFICO A.4
Componente idade
A.4A – Salário e probabilidade de contribuir

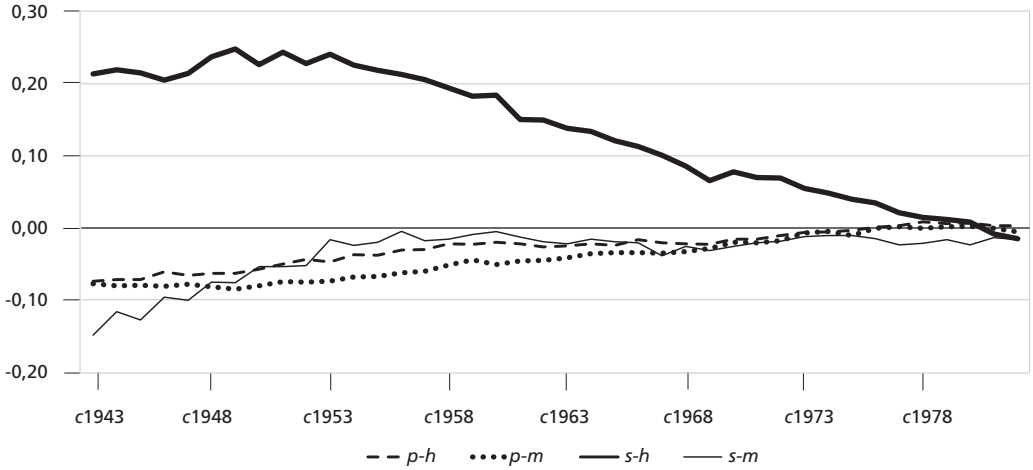


A.4B – Composição escolaridade

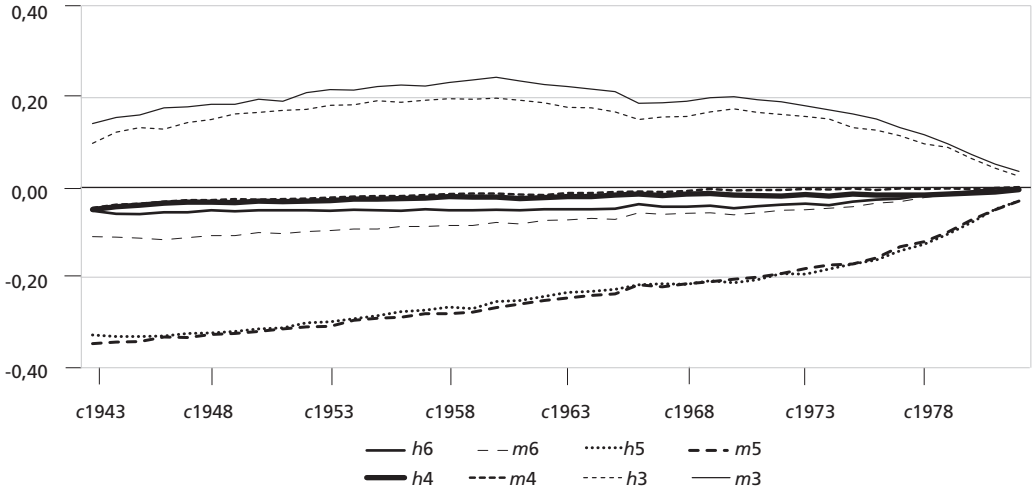


Elaboração dos autores.

GRÁFICO A.5
Componente coorte
A.5A – Salário e probabilidade de contribuir



A.5B – Composição escolaridade



Elaboração dos autores.

Os gráficos apresentam padrões esperados para todas as quantidades exceto o relativo ao componente coorte para a categoria homem. Chama atenção a tendência negativa apresentada e, em uma extenção deste exercício, precisa ser esclarecida. No entanto, a tendência futura dessa quantidade é definida com informações originadas de outras fontes e não afeta os resultados.

7 EXERCÍCIO COMPLEMENTAR: TIPO DE CONTRIBUINTE

A metodologia apresentada a seguir identifica os contribuintes que se habilitam para a aposentadoria por tempo de contribuição e requer a incorporação de informações disponíveis apenas nos registros longitudinais do CNIS, e, portanto, a necessidade de estimar a probabilidade de uma contribuinte observado na PNAD ter uma característica observada apenas no CNIS. Essa metodologia foi capaz de estimar adequadamente o número de aposentados por tempo de contribuição, mas introduz uma camada adicional de complexidade nos resultados que pode ser dispensada porque a reforma de 2018 eliminou a aposentadoria por tempo de contribuição. Apresentamos de forma sintética essa metodologia.

No CNIS é possível observar que um subconjunto dos agentes contribui de forma continuada, comportamento apenas observável em registros longitudinais como o CNIS, e a metodologia vincula a PNAD ao CNIS, para identificar na PNAD a probabilidade de um agente pertencer a esse grupo.

O CNIS descreve o histórico contributivo de cada agente e, nesse arquivo, é possível medir a probabilidade de contribuição por agente – proporção dos meses em que o agente contribui em cada ano –, e, portanto, a distribuição dos agentes segundo essa probabilidade. Os dados mostram que essa distribuição apresenta, ao longo dos anos, uma concentração de agentes que contribuem de forma continuada, caracterizando a existência de um tipo específico de agentes – por exemplo, os que estão no mercado formal em empregos estáveis.

A ligação entre CNIS e PNAD é dada por gênero, escolaridade e idade do indivíduo. Para cada elemento da partição (g, e, c) definido no CNIS e na PNAD, seja:

- $\eta(g, e, c|\text{CNIS})$: probabilidade de um elemento do grupo (g, e, c) realizar contribuição continuada dado que está no CNIS;
- $P(\text{g}, e, c|\text{PNAD})$: probabilidade de um elemento do grupo (g, e, c) estar registrado no CNIS dado que está na PNAD; e
- $\gamma(g, e, c) = \eta(g, e, c|\text{CNIS})\ P(\text{CNIS}, g, e, c|\text{PNAD})$: probabilidade de um elemento do grupo (g, e, c) realizar contribuição continuada dado que está na PNAD.

Seja $P(g, e, c)$ a probabilidade de um contribuinte observado na PNAD realizar uma contribuição continuada. Essa probabilidade não é observável, pois a PNAD e o CNIS não se mencionam. No entanto, é possível delimitar um intervalo de valores para $P(g, e, c)$, lembrando que, se uma pessoa não foi ocupada, não está no CNIS, portanto, $1 - P(g, e, c) > 1 - po(g, e, c)$; e, se tiver contribuído uma única vez, então estará no CNIS, portanto, $P(g, e, c) > pc(g, e, c)$.

Então sabemos que $pc(g, e, c) < P(g, e, c) < po(g, e, c)$, em que (po, pc) são respectivamente as probabilidades de estar ocupado e de contribuir estimadas na PNAD. Com isso, estabelecemos um intervalo de valores da probabilidade de um agente observado na PNAD realizar contribuição continuada. Tomando um valor médio da coorte, mostramos o intervalo de variação da probabilidade da quantidade $\gamma(g, e)$.

A tabela A.9 apresenta o intervalo de variação de $P(g, e, c)$ para uma coorte intermediária, para os homens nas diversas escolaridades ($H1$ a $H6$) e mulheres ($M1$ a $M6$).

TABELA A.9
Intervalo de variação da probabilidade de contribuição continuada

	*H*1	*H*2	*H*3	*H*4	*H*5	*H*6	*M*1	*M*2	*M*3	*M*4	*M*5	*M*6
Mínimo	.01	.01	.04	.08	.10	.12	.00	.00	.01	.03	.06	.09
Máximo	.09	.09	.16	.25	.27	.25	.04	.02	.05	.12	.17	.21

Elaboração dos autores.

O resultado do intervalo de variação é pequeno e o exercício foi repetido para os limites do intervalo para avaliar o seu impacto. Na prática, escolhemos o meio do intervalo.

Admite-se que os salários são iguais nos dois grupos, e a probabilidade de contribuição do tipo que não realiza contribuição continuada é calculada de forma que a contribuição média seja invariante, assim como a composição por escolaridade. Então, seja $f = 1$ o grupo que realiza contribuição continuada, e $f = 2$ o seu complemento, temos: $s(q, i, f) = s(q, i)f = 1, 2$; $p(q, i, 1) = 1$, $p(q, i, 2) = (p(q, i) - \gamma(q))/(1 - g(q))$; e $z(q, i, 1) = z(q, i) * \gamma(q)$, $z(q, i, 2) = z(q, i) * (1 - \gamma(q))$.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

Assessoria de Imprensa e Comunicação

EDITORIAL

Coordenação
Reginaldo da Silva Domingos

Supervisão
Carlos Henrique Santos Vianna

Revisão
Bruna Oliveira Ranquine da Rocha
Carlos Eduardo Gonçalves de Melo
Elaine Oliveira Couto
Lis Silva Hall
Mariana Silva de Lima
Marlon Magno Abreu de Carvalho
Vivian Barros Volotão Santos
Laysa Martins Barbosa Lima (estagiária)

Editoração
Aline Cristine Torres da Silva Martins
Mayana Mendes de Mattos
Mayara Barros da Mota (estagiária)

Capa
Danielle de Oliveira Ayres
Flaviane Dias de Sant'ana

Projeto Gráfico
Renato Rodrigues Bueno

The manuscripts in languages other than Portuguese published herein have not been proofread.

Livraria Ipea

SBS – Quadra 1 - Bloco J - Ed. BNDES, Térreo.
70076-900 – Brasília – DF
Fone: (61) 2026-5336

Correio eletrônico: livraria@ipea.gov.br

Composto em adobe garamond pro 12/16 (texto)
Frutiger 67 bold condensed (títulos, gráficos e tabelas)
Rio de Janeiro-RJ

Missão do Ipea
Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

MINISTÉRIO DA
ECONOMIA

PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

ISSN 1415-4765