

*IMPROVEMENT* NA MORTALIDADE DOS  
FUNCIONÁRIOS PÚBLICOS FEDERAIS  
CIVIS DO EXECUTIVO POR SEXO E  
ESCOLARIDADE – 1993/2014

Kaizô Iwakami Beltrão<sup>†</sup>  
Sonoe Sugahara<sup>‡</sup>

---

<sup>†</sup> Professor da EBAPE/FGV  
<sup>‡</sup> Pesquisadora da ENCE/IBGE

## RESUMO

A importância de tábuas de vida é inquestionável para análises de problemas de diversas naturezas: estudos atuariais envolvendo precificação na indústria de seguros e viabilidade de sistemas e planos previdenciários, previsões e demandas para definição de políticas públicas. As tábuas de mortalidade originalmente construídas, representavam uma situação pretérita, já que eram baseadas em dados passados. O *improvement* é uma informação importante em cálculos de equilíbrio atuarial porque informa a velocidade de mudança das taxas de mortalidade. Não considerar o *improvement* subestima populações sobreviventes e custos associados. Tendo como base a tábua de mortalidade construída por Beltrão e Sugahara para os funcionários públicos civis do Poder Executivo Federal, este texto estima o *improvement* médio, no período 1994 a 2014. Uma variação da proposta de Lee e Carter é utilizada para modelar as tábuas considerando os *improvements*. O *improvement* é modelado como um polinômio para cada combinação de sexo e escolaridade.

**Palavras-chave:** tábuas de mortalidade. funcionários públicos. escolaridade. Sexo.

## ABSTRACT

Life tables are undoubtedly a necessary staple to calculations of various natures: actuarial studies involving pricing in the insurance industry and feasibility of pension systems and plans, forecasts and demands for the definition of public policies. The mortality tables originally constructed represented a past situation, since they were based, forcefully, on past data. Improvement is an important information in actuarial balance calculations because it informs mortality rates speed of change. Disregarding improvement, underestimates surviving populations and associated costs. The starting point is the mortality table constructed by Beltrão and Sugahara for civil servants of the Federal Executive Branch. This text presents estimates of the average mortality improvement from 1994 to 2014. A variation of the Lee and Carter's proposal is used to model the tables considering the improvements. Improvement are modeled as a polynomial for each combination of sex and schooling.

**Key-words:** mortality tables. public servants. Schooling. Gender.

# I – INTRODUÇÃO

Os estudos desenvolvidos por John Graunt (1662) constituem a origem das modernas tábuas de vida. Desde então, tábuas de vida vêm sendo construídas para diferentes regiões e instantes de tempo. A sua importância é inquestionável para análises de problemas de diversas naturezas: estudos atuariais envolvendo a precificação na indústria de seguros e a viabilidade de sistemas e planos previdenciários, previsões e demandas para definição de políticas públicas.

As tábuas de mortalidade originalmente construídas, representavam uma situação pretérita, já que eram baseadas em dados passados. O *improvement* é uma medida da velocidade da mudança das taxas de mortalidade no tempo (ROSNER et al., 2013). É uma informação importante em cálculos de equilíbrio atuarial, já que as tábuas estimadas refletem obrigatoriamente experiências passadas, e o *improvement* informa o ritmo da evolução das taxas de mortalidade, o que permitiria uma projeção pelo menos para o futuro próximo. Não considerar o *improvement* significa que as projeções consistentemente subestimariam as populações sobreviventes e os custos associados (HABERMAN; RENSHAW, 2011). Nos últimos séculos, a sobrevivência das populações, no longo prazo, melhorou significativamente em basicamente todas as regiões do mundo, como preconizado pela Teoria da Transição Demográfica (CALDWELL et al., 2006). Esta tendência, aparentemente, deve persistir. A experiência dos países tem sido diversificada em relação à aceleração/desaceleração desta melhora. A queda nas taxas de mortalidade foi principalmente resultados de avanços na medicina (vacinas, sulfas e antibióticos), hábitos de higiene e no saneamento básico (VALLIN; MESLÉ; VALKONEN, 2001). O comportamento futuro dessa melhora deve depender de fatores como avanços na medicina, conscientização da importância de estilos de vida na mortalidade (tabagismo, hábitos saudáveis, dieta alimentar, exercícios físicos e obesidade). De qualquer forma, a queda na mortalidade deverá impactar o equilíbrio dos programas previdenciários e securitários. Estas melhorias podem ser quantificadas via diferentes medidas de *improvement*. Conscientes desta evolução, seguradoras e governos vêm incorporando, nos seus planejamentos, esses *improvements* (PURUSHOTHAM; VALDEZ; WU, 2011).

Tendo como base a tábua de mortalidade construída por Beltrão e Sugahara (2017) para os funcionários públicos civis do Poder Executivo Federal, utilizando um modelo de Heligman e Pollard (1980), este texto se propõe a estimar o *improvement* médio, uma quantificação da queda da mortalidade para esta população no período em estudo: 1994 a 2014. Uma variação da proposta de Lee e Carter (1992) é utilizada para modelar as tábuas considerando os

*improvements*. O *improvement* é modelado como um polinômio para cada combinação de sexo e escolaridade. Além desta introdução, o texto inclui uma contextualização na segunda seção, a descrição das fontes de dados na terceira seção e o modelo utilizado na seção seguinte. Análises e ajustes são desenvolvidos na quinta seção e os comentários são apresentados na sexta seção.

## II – CONTEXTUALIZAÇÃO

Existem várias hipóteses sobre a evolução da mortalidade: retangularização nas curvas de sobrevivência, translação para a direita e translação para baixo das taxas de mortalidade, etc. Implícitas na hipótese da retangularização são a existência de um limite para a vida humana e a compressão da mortalidade decorrente deste limite. Nesta hipótese, os óbitos são simplesmente adiados até a idade limite, daí o termo compressão da mortalidade (VALLIN; MESLÉ, 2001). Na hipótese de translação para baixo, também se supõe que exista algum limite inferior, para a taxa de mortalidade, e usualmente é utilizado o mínimo das taxas conhecidas. Já a translação para a direita, pressupõe que a taxa de mortalidade de um indivíduo com uma determinada idade num dado ano, seria igual a de um indivíduo mais novo num instante anterior. As defasagens de tempo e idade não são as mesmas, usualmente as defasagens temporais são maiores e variam conforme a idade. As translações da taxa de mortalidade se refletem numa translação das curvas de sobrevivência. Mesmo a hipótese de translação para a direita, não é incompatível com a existência de um limite na vida humana.

Vallin e Meslé (2001) recompuseram tábuas de mortalidade para a população francesa desde 1806. Observaram o movimento de retangularização da curva de sobrevivência no processo secular da transição demográfica.

Vallin, Meslé e Valkonen (2001) descreveram as tendências de expectativa de vida desde 1950 para essencialmente todos os países do Conselho da Europa (*Council of Europe*), 43 países. Observaram que as tendências de queda não foram homogêneas para os países estudados, inclusive com alguns países apresentando uma deterioração em certos períodos. Os autores identificaram também que diferenciais de mortalidade segundo ocupação, sexo, status socioeconômico, educação e estado civil se ampliaram em alguns países para os quais havia informação desagregada.

Yashin et al. (2002), analisaram dados da Suécia entre os anos 1861 e 1999 para ajustar um modelo de Gompertz para confirmar que os parâmetros das curvas eram correlacionados negativamente. Constataram que, naquele país, o movimento de retangularização existiu por um período limitado e foi substituído gradativamente por um movimento de translação para a direita.

Bell e Miller (2005) apresentam curvas de sobrevivência para a população americana em anos calendários selecionados desde 1900. Constatam que a grande melhora nas taxas da idades jovens no começo do século passado. Acreditam que pouco *improvement* nessas taxas seja possível no futuro. Apesar da retangularização observada no século passado, os autores acreditam que não há evidências matemáticas para uma continuação desse movimento e que a queda continuada da mortalidade em todas as idades demonstra que um limite biológico para a vida humana não foi alcançada e que este limite provavelmente não existe.

Andreev e Vaupel (2005) analisam *improvement* simultaneamente na idade e no tempo utilizando superfícies de *improvement* de mortalidade. Usaram dados de países desenvolvidos (Human Mortality Data Base 2004 e Australian Demographic Databank). Identificaram 3 padrões: i) padrão de queda predominantemente de período (*predominantly period pattern of mortality decline*), caracterizado por um padrão de *improvement* específico por idade, mais ou menos estável em largos períodos; ii) padrão de *improvement* por deslocamento de idade (*age shifting pattern*), caracterizado por um deslocamento progressivo dos maiores *improvements* das idades mais baixas para as mais altas; iii) padrão de queda caracterizado por um importante efeito de coorte (*cohort effects*).

O Modelo de Lee-Carter (LEE; CARTER, 1992) que representa a evolução de uma tábua de mortalidade no tempo é um dos modelos de maior sucesso nesta área. Apesar da motivação original ter sido a evolução da mortalidade da população americana (Lee e Carter desenvolveram seu método para a mortalidade da população americana no período 1933-1987) já se mostrou adequado para muitas populações e subpopulações ao redor do mundo. Seus resultados têm a vantagem da simplicidade de emprego e da inteligibilidade.

As referências a este método como o principal método de modelagem de *improvement* são muitas. Por exemplo, Deaton e Paxson (2004) escrevem que o método proposto por Lee e Carter (1992) tornou-se o principal método estatístico para a previsão da mortalidade futura na literatura demográfica, tendo sido usado como padrão (*benchmark*) nas recentes projeções

populacionais americanas do Bureau do Censo. Por outro lado, Hollmann, Mulder e Kallan (2000) e dois grupos técnicos de apoio à Previdência Social americana recomendaram o seu uso ou de algum método consistente com ele (LEE; MILLER, 2001).

Nos últimos anos este método tem sido empregado até além da intenção original dos autores. Foi empregado em dados de muitos países ao redor do mundo, entre eles: Canadá e Estados Unidos (LI; CHAN, 2007), Itália (HABERMAN; RUSSOLILLO, 2005), Suécia (WANG, 2007), Marrocos (WENDJA, 2007) e países desenvolvidos selecionados (BONGAARTS, 2005; BOOTH; TICKLE; SMITH 2005).

A probabilidade de morte de um indivíduo de idade  $x$  no ano  $t$ , segundo o modelo de Lee-Carter pode ser escrita como:

$$\ln(q(x, t)) = a(x) + b(x)k(t) + \varepsilon(x, t)$$

- onde,  $a(x)$  é o valor médio do logaritmo neperiano da probabilidade de morte (como função da idade);
- $b(x)$  é uma *proxy* da derivada (a menos de uma constante) da taxa de mortalidade;
- $k(t)$  é (usualmente modelado como) um passeio aleatório com média maior que zero ;
- $\varepsilon(x, t)$  é o erro.

Na forma modificada adotada neste trabalho,  $a(x)$  é igual ao logaritmo neperiano da média dos valores  $q(x, t)$  da tábua original sobre a qual se quer aplicar o *improvement*, no caso, as tábuas de mortalidade dos funcionários públicos. Quanto a  $k(t)$ , foi considerado como sendo  $t$ , defasado para que a soma de  $k(t)$  fosse igual a zero. Para garantir a suavidade entre as idades, o *improvement* das taxas específicas de mortalidade das diversas idades foi ajustado segundo um polinômio. Foi utilizado um polinômio de quarto grau em função da idade.

Neste trabalho, o modelo de Lee-Carter é usado de forma modificada ao que foi originalmente concebido. O modelo de projeção de Lee-Carter original baseou-se em 90 anos de experiência de mortalidade norte-americana de 1900 a 1989. No presente trabalho, os dados de mortalidade dos funcionários públicos do executivo referem-se a meros 20 anos. Dessa forma, não seria

possível o uso do modelo de Lee-Carter original, sendo adotada, em seu lugar, uma versão simplificada, como descrito acima.

### III – OS DADOS

O problema mais comum, hoje em dia, é a escolha da tábua adequada para uma dada população. O Brasil carece de tábuas específicas adequadas para o mercado de previdência e tem utilizado tábuas importadas que se referem a outros países, com outras culturas e outras experiências de mortalidade. No Brasil, o uso de dados administrativos para o cálculo de taxas de mortalidade para fins previdenciários já tem alguns precedentes: Conde (1991) construiu uma tábua de vida para os funcionários da Fundação “Atílio Francisco Xavier Fontana”, Beltrão et al. (1995) para os funcionários do Banco do Brasil para o período de 1940 a 1990 - estendida por Ribeiro e Pires (2001), Beltrão e Sugahara (2002) construíram tábuas para os funcionários públicos federais a partir de dados do SIAPE (Sistema Integrado de Administração de Recursos Humanos do Governo Federal), Silva (2008) estimou tábuas por sexo e nível educacional para os funcionários públicos civis do estado de São Paulo e Borges (2009) retomou as estimativas dos funcionários públicos civis federais, mas calculando tábuas de múltiplo decremento. Alguns outros trabalhos consideram dados de populações nacionais, mas do mercado de seguros: Beltrão e Sugahara (2005) e Oliveira et al. (2012). As vantagens do uso de dados administrativos se encontram principalmente no fato de que denominadores e numeradores provêm da mesma fonte, não existindo, então, o problema de sub-registro nem o de dígito preferencial. Além disso, como o uso principal desses registros é o pagamento dos funcionários, a crença na fidedignidade dos registros tem uma boa base.

Com a reforma do Estado iniciada em 1995, numa proposta de “reconstrução da administração pública em bases modernas e racionais” (MAFRE, 1995), foram desenvolvidos vários sistemas de informações para auxiliar a gestão estatal. Entre esses sistemas, foi criado um sistema único de todo o funcionalismo para a gerência da folha de pagamento e manutenção dos dados cadastrais dos servidores civis federais (SIAPE). O SIAPE é um sistema de banco de dados com abrangência nacional, foi instituído pelo Decreto 99.328, de 19 de junho de 1990 para gerir a folha de pagamento e dar manutenção aos dados cadastrais dos servidores da administração pública civil federal. O SIAPE realiza mensalmente o pagamento de cerca de 1 milhão e 900 mil servidores ativos, aposentados e pensionistas em 209 órgãos da administração Pública Federal, incluindo instituições federais de ensino, ex-Territórios, autarquias, fundações

e instituições públicas que recebam recursos do Tesouro Nacional (RIBEIRO; FAÉ, 2017a, 2017b).

O SIAPE contém vários arquivos organizados em tabelas, com vários tipos de registro, onde a matrícula do funcionário serve como chave para a concatenação desses registros nas diferentes tabelas. Em volume, o arquivo do SIAPE, em dezembro de 2014, a data de referência para os dados deste trabalho, era composto por 1.447.670 observações correspondentes aos funcionários públicos federais ativos, aposentados e mortos. O boletim de pessoal acusava na mesma data 1.207.106 ativos, aposentados e instituidores de pensão. A partir do arquivo de dados pessoais do SIAPE, foi gerado um arquivo-resumo, contendo, para cada um dos registros do cadastro (entre funcionários ativos, aposentados e mortos, fossem estes geradores, ou não, de pensões – informação não fornecida), informações relevantes, como, por exemplo, sexo, idade, nível de escolaridade e órgão de lotação.

Mudanças importantes vêm ocorrendo na estrutura do SIAPE desde 1995, ano de implantação do “Plano Diretor da Reforma do Aparelho de Estado” (MAFRE, 1995). Neste ano, o SIAPE torna-se efetivamente um conjunto de sistemas para a integração e gerência da folha de pagamento e manutenção dos dados cadastrais dos servidores federais. Após 1995, o banco de dados do sistema passou por importantes mudanças na sua estrutura de dados e um novo módulo de sistema, o SIAPEcad, desde 2001 substituiu o antigo sistema. O governo federal está desenvolvendo um novo sistema de gestão de pessoas, o projeto Sigepe, que tem por objetivo substituir, gradativamente, os sistemas da família Siape (Siape, SiapeCad, SiapeNet e Extrator).

Foram escolhidas algumas variáveis, entre as existentes no arquivo, para o presente estudo. Algumas outras variáveis foram criadas a partir de informações disponíveis. Como registro administrativo, o SIAPE apresenta as vantagens de se trabalhar com uma única fonte. Assim, como já comentado, o numerador e o denominador das taxas de mortalidade provêm da mesma fonte, além de não existir nem o problema de sub-registro, nem o de dígito preferencial.

## IV– MODELO UTILIZADO

Foram utilizadas as variáveis  $p_{x,s,e}$ , população de ativos e aposentados com idade  $x$  do sexo  $s$  e escolaridade  $e$  [média do ano  $t$ ] (população em risco) e  $o_{x,s,e}$ , óbitos da população de ativos e aposentados ocorridos com idade  $x$  do sexo  $s$  e escolaridade  $e$  [durante o ano  $t$ ]. Para o estudo,



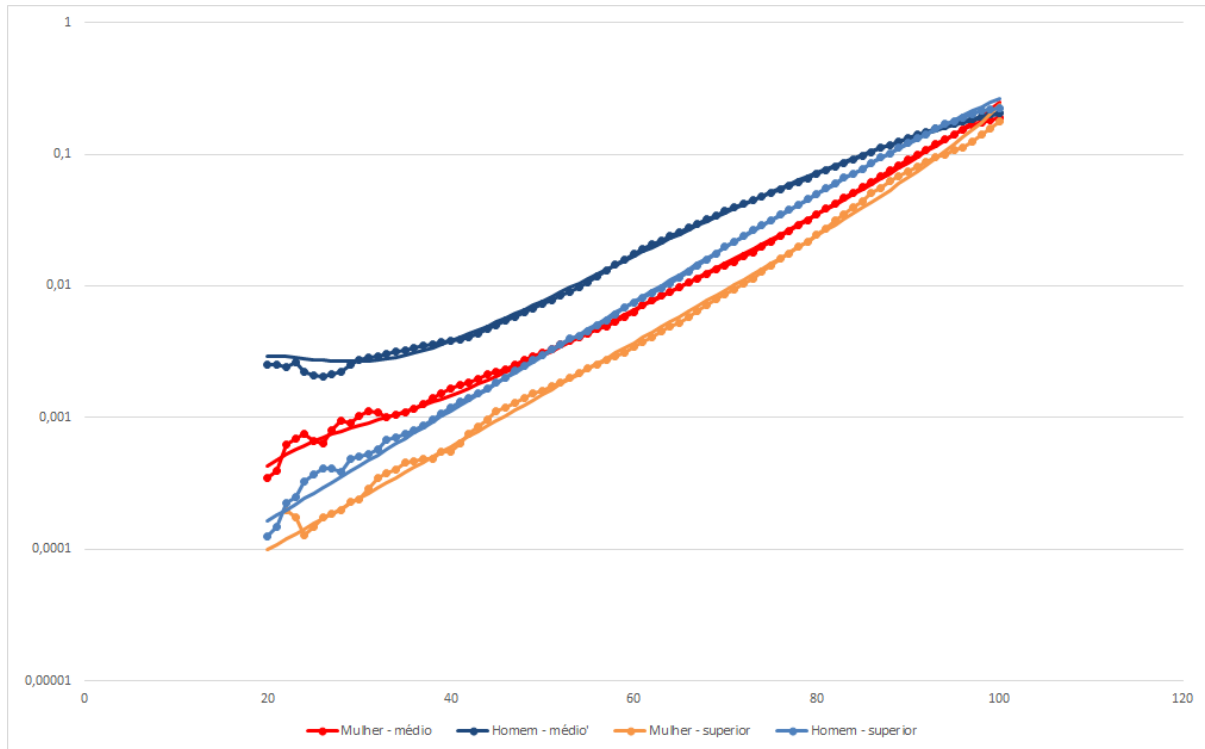
foram considerados os anos  $t = 1993$  a  $2014$ . Calcularam-se, inicialmente, as probabilidades de morte por sexo, idade e escolaridade, usando a seguinte fórmula, sem nenhuma correção:

$$q(x, s, e) = \frac{o_{x,s,e}}{p_{x,s,e} + o_{x,s,e}/2}$$

onde  $q(x,s,e)$  é a probabilidade de morte de um indivíduo da população, com idade  $x$ , sexo  $s$  e escolaridade  $e$ .

O Gráfico 1 mostra a taxa de mortalidade segundo sexo, idade e escolaridade estimada para a média do período 1993/2014 (pontos) e o valor ajustado (linhas contínuas) pelo modelo proposto por Heligman e Pollard (1980). Tipicamente homens apresentam taxas de mortalidade mais altas do que a das mulheres e indivíduos com nível médio apresentam taxas mais altas do que seus contrapartes de nível superior. Em particular, a taxa de mortalidade para a população de Homens – nível médio (linha azul-marinho) é a mais alta, mas com um possível *cross-over* nas últimas idades com as taxas da população masculina de nível superior (linha azul-claro). A taxa de mortalidade das mulheres de nível médio (linha vermelha) se coloca, para as adultas jovens (menos de 40 anos), em segundo lugar, logo abaixo das taxas referentes aos homens de nível médio. Já a partir de uns 50 anos ela é sobrepujada pela taxa de mortalidade dos homens de nível superior, que nas primeiras idades se colocava em terceiro lugar. Já, as taxas das mulheres de nível superior (linha laranja) estão consistentemente abaixo de todas as demais.

**Gráfico 1 – TAXA DE MORTALIDADE SEGUNDO SEXO, IDADE E ESCOLARIDADE – FUNCIONÁRIOS PÚBLICOS ATIVOS E APOSENTADOS - MÉDIA 1993/2014**



Os ajustes utilizados foram realizados por Beltrão e Sugahara (2017). O modelo completo, como o proposto por Heligman e Pollard (1980), inclui três componentes:

$$q(x) = A(x+B)^C + De^{-E(\ln x - \ln F)^2} + \frac{GH^x}{(1+KGH^x)}.$$

Eliminando-se a primeira componente (referente a mortalidade infantil), já que os dados referem-se somente à população adulta, a família que melhor se ajustou aos dados foi uma soma de exponenciais da forma:

$$q(x) = De^{-E(\ln x - \ln F)^2} + \frac{GH^x}{(1+KGH^x)},$$

para os homens e mulheres de nível médio e

$$q(x) = \frac{GH^x}{(1+KGH^x)},$$

para homens e mulheres de nível superior (eliminando-se os dois primeiros termos).

Neste texto foi modelado o *improvement* da mortalidade, pressupondo a seguinte equação:

$$q(x,t) = \left( De^{-E(\ln x - \ln F)^2} + \frac{GH^x}{(1 + KGH^x)} \right) (1 + \beta(x)k(t)), \text{ numa modificação do modelo}$$

proposto por Lee e Carter (1992). Foi utilizada uma aproximação de primeiro grau para o log neperiano:

$$\ln(1 + \beta(x)) \cong \beta(x).$$

Para garantir uma suavidade, os *improvements* como função da idade foram ajustados como polinômios para cada combinação de sexo e escolaridade:

$$\beta(x) = \sum_i b_i x^i.$$

## V – ANÁLISE E AJUSTES

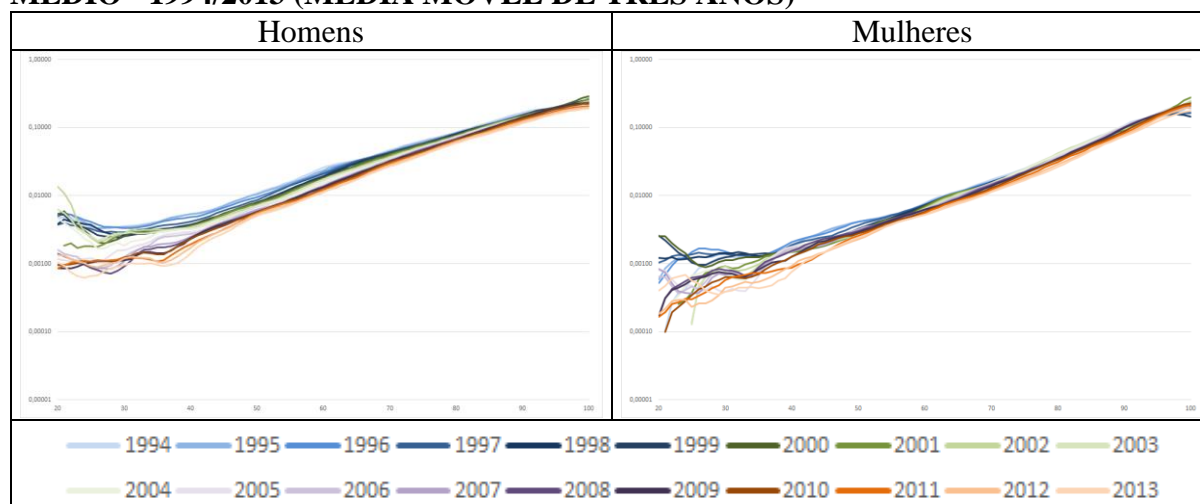
No que se segue, serão apresentados resultados primeiramente para a população de funcionários públicos ativos e aposentados de nível médio, para ambos os sexos (seção V.1), seguidos pelos resultados para a população de nível superior (seção V.2). Para cada nível de escolaridade serão apresentados as taxas para cada ano calendário (Gráfico 2 e Gráfico 6, respectivamente para nível médio e superior), a razão destas taxas e o valor ajustado para o período (Gráfico 3 e Gráfico 7), o *improvement* observado e ajustado (Gráfico 4 e Gráfico 8), e as taxas ajustadas para cada ano calendário (Gráfico 5 e Gráfico 9).

### V.1 – FUNCIONÁRIOS DE NÍVEL MÉDIO

O Gráfico 2 mostra os valores estimados para as taxas de mortalidade de homens (lado esquerdo) e mulheres (lado direito) de nível médio para cada ano calendário entre 1994 e 2013. Essas probabilidades foram obtidas a partir dos dados originais, agregados (para cada três anos calendários) e suavizados (para cada cinco idades individuais). Com a agregação de três anos calendários, não é possível incluir os anos extremos do período, 1993 e 2014. Note-se que todos os gráficos das taxas de mortalidade estão apresentados em escala logarítmica. É possível reconhecer um padrão nas taxas. As taxas masculinas se apresentam na forma de um J maiúsculo como função da idade e com uma aparente queda no período.

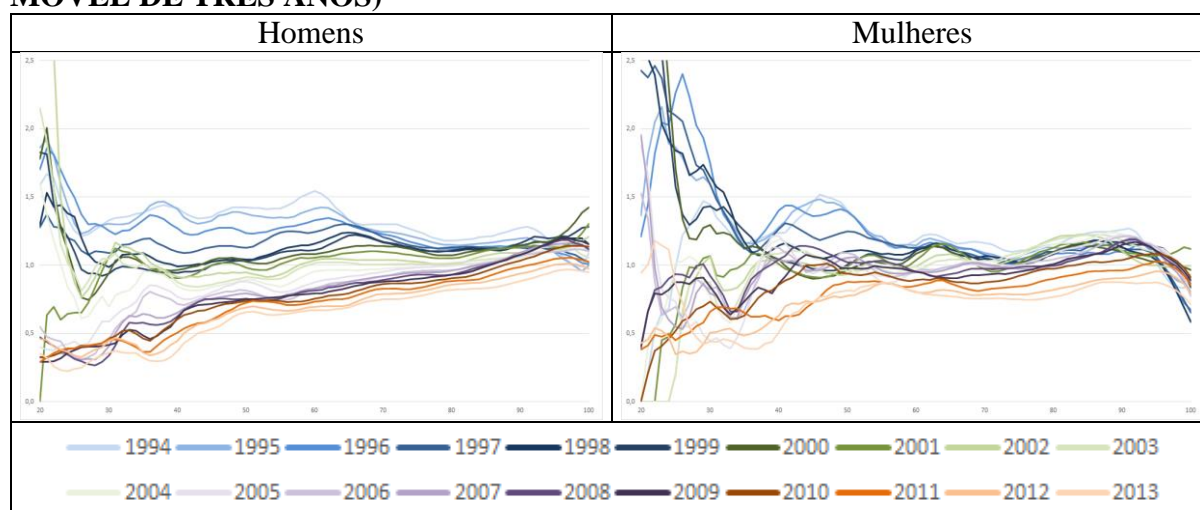
Semelhante ao comportamento da população masculina correspondente, é possível também para a população feminina de funcionários públicos de nível médio, reconhecer um padrão nas taxas, que se apresentam igualmente na forma de um J maiúsculo e com uma aparente queda no período, mas com valores tipicamente mais baixos.

**Gráfico 2 – TAXA DE MORTALIDADE SEGUNDO IDADE, SEXO E ANO CALENDÁRIO – FUNCIONÁRIOS PÚBLICOS ATIVOS E APOSENTADOS - NÍVEL MÉDIO - 1994/2013 (MÉDIA MÓVEL DE TRÊS ANOS)**



Para permitir uma melhor visualização da evolução temporal das taxas, o Gráfico 3 apresenta a razão entre as taxas anuais e o valor ajustado para estas populações de nível médio. Pode-se notar que os valores acima da unidade correspondem aos anos do passado mais remoto, ao passo que os anos mais recentes correspondem a razões abaixo da unidade caracterizando um movimento de queda generalizada das taxas de mortalidade para homens e mulheres de nível médio, como já era possível notar no Gráfico 2.

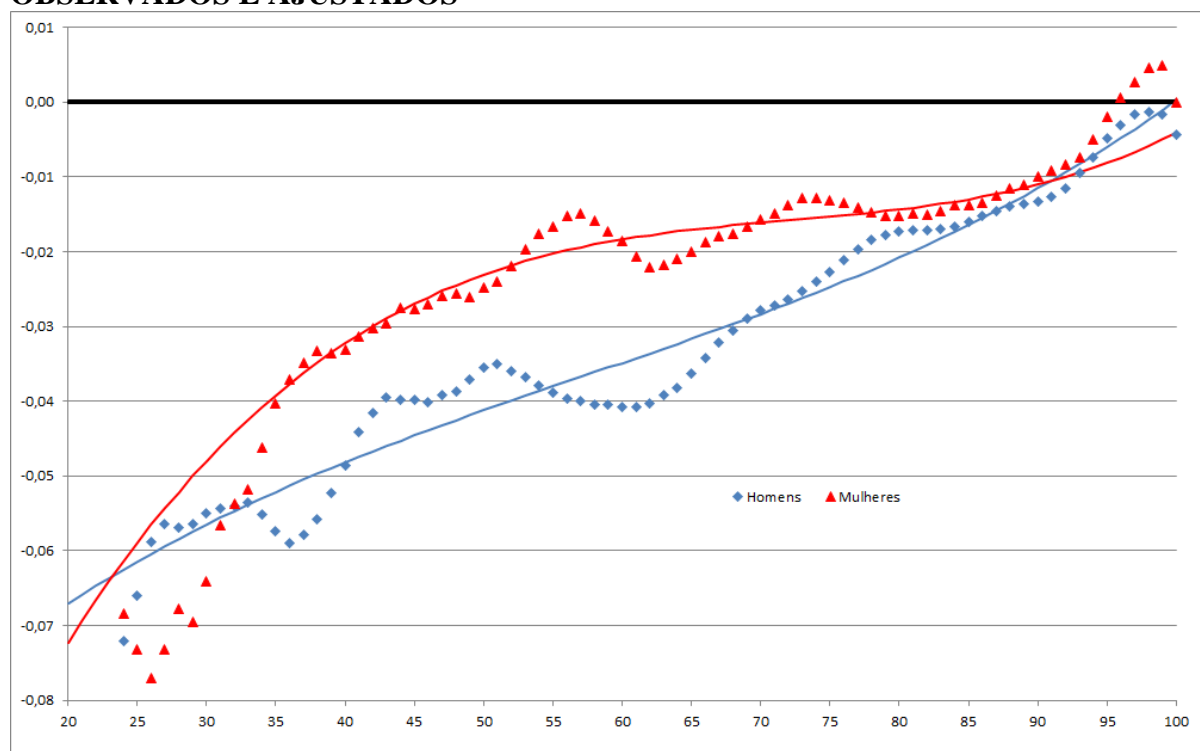
**Gráfico 3 – RAZÃO DA TAXA DE MORTALIDADE SEGUNDO IDADE, SEXO E ANO CALENDÁRIO E O VALOR AJUSTADO PARA O PERÍODO – FUNCIONÁRIOS PÚBLICOS ATIVOS E APOSENTADOS - NÍVEL MÉDIO - 1994/2013 (MÉDIA MÓVEL DE TRÊS ANOS)**



O Gráfico 4 apresenta o *improvement* médio anual da sobremortalidade dos funcionários públicos de nível médio com respeito ao valor ajustado segundo sexo. Além dos valores

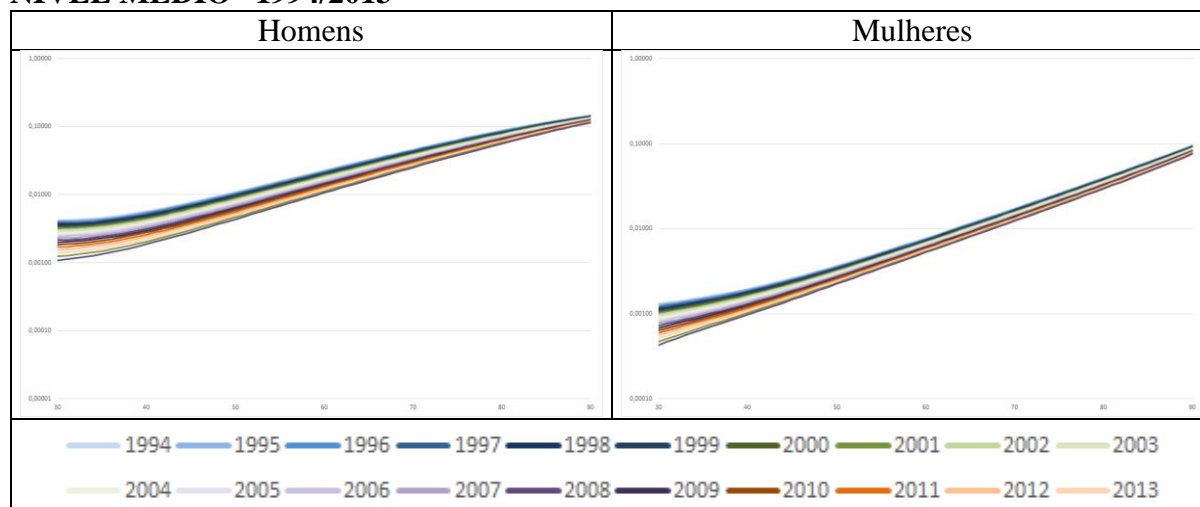
observados, mostra também um ajuste polinomial de quarta ordem que suaviza os dados. Para ambos os sexos, as taxas são negativas e crescentes com a idade, caracterizando uma maior queda nas idades mais jovens com homens apresentando quedas maiores do que as mulheres. Com os dados rarefeitos dos centenários, existe uma grande imprecisão na estimativa das taxas de mortalidade e consequentemente da medida de *improvement*.

**Gráfico 4 – IMPROVEMENT MÉDIO ANUAL DAS TAXAS DE SOBREMORTALIDADE SEGUNDO IDADE E SEXO – FUNCIONÁRIOS PÚBLICOS ATIVOS E APOSENTADOS - NÍVEL MÉDIO - 1994/2013 – VALORES OBSERVADOS E AJUSTADOS**



O Gráfico 5 apresenta a taxa ajustada para os funcionários públicos de nível médio para cada ano calendário e ambos os sexos, resultado da combinação da aplicação do modelo de Heligman e Pollard (1980) e a modificação do modelo proposto por Lee e Carter (1992) com o *improvement* ajustado pelo polinômio.

**Gráfico 5 – TAXA AJUSTADA DE MORTALIDADE SEGUNDO IDADE, SEXO E ANO CALENDÁRIO – FUNCIONÁRIOS PÚBLICOS ATIVOS E APOSENTADOS - NÍVEL MÉDIO –1994/2013**

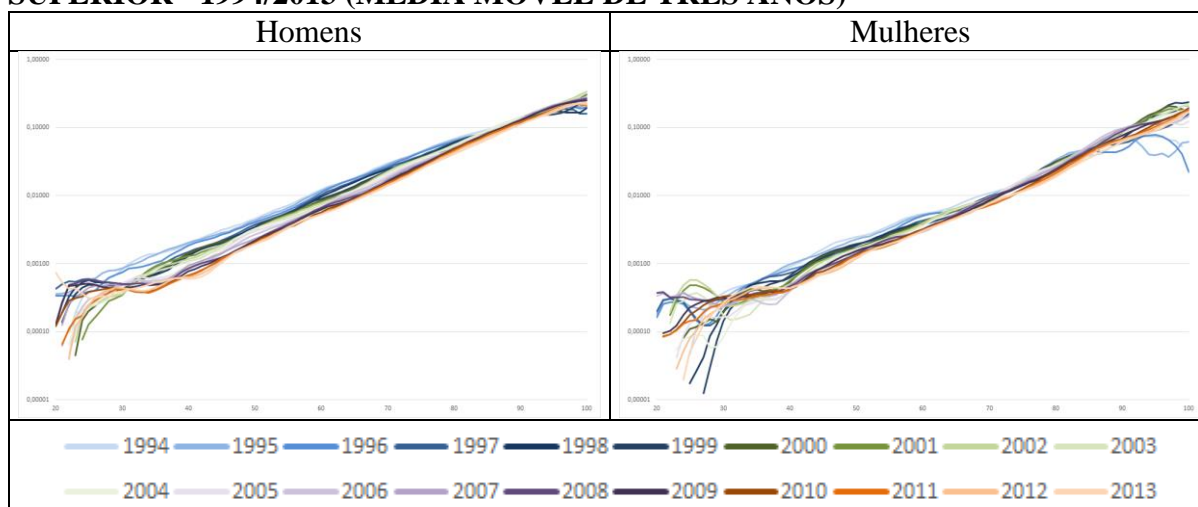


## V.2 – FUNCIONÁRIOS DE NÍVEL SUPERIOR

Semelhantemente ao disposto no Gráfico 2 para a população de nível médio, o Gráfico 6 apresenta os valores estimados para as taxas de mortalidade de ambos os sexos dos funcionários de nível superior para cada ano calendário entre 1994 e 2013. Essas probabilidades foram também obtidas a partir dos dados originais, agregados (para cada três anos calendários) e suavizados (para cada cinco idades individuais).

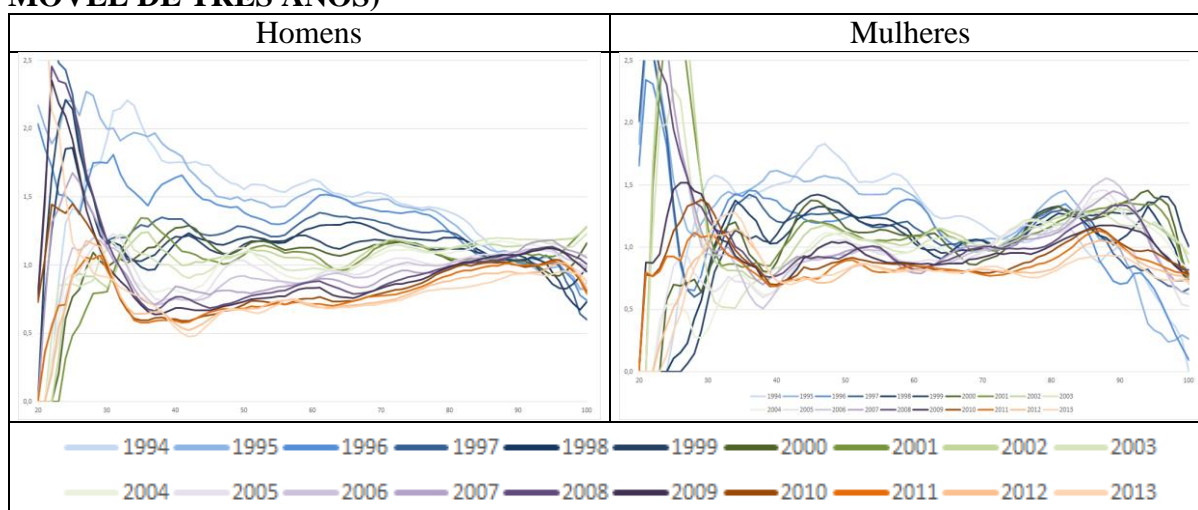
Para homens e mulheres de nível superior, abaixo da idade de 30 anos, devido à escassez de dados, o comportamento parece errático e não é possível discernir um padrão. Já para as idades mais avançadas, é possível reconhecer um padrão: taxas crescentes com a idade (com um padrão quase linear na escala log) e decrescendo com o tempo. Uma possível explicação para o não reconhecimento de um padrão nas primeiras idades pode estar relacionado ao fato de funcionários de nível superior terem como pré-condição a conclusão de um curso universitário, o que muito possivelmente adia sua entrada no contingente em estudo.

**Gráfico 6 – TAXA DE MORTALIDADE SEGUNDO IDADE, SEXO E ANO CALENDÁRIO – FUNCIONÁRIOS PÚBLICOS ATIVOS E APOSENTADOS - NÍVEL SUPERIOR - 1994/2013 (MÉDIA MÓVEL DE TRÊS ANOS)**



Para permitir uma melhor visualização da evolução temporal das taxas, o Gráfico 7 apresenta a razão entre as taxas anuais e o valor ajustado para estas populações de nível superior. Para as idades acima de 30 anos, pode-se notar que os valores acima da unidade correspondem aos anos do passado mais remoto, ao passo que os anos mais recentes correspondem a razões abaixo da unidade caracterizando um movimento de queda generalizada das taxas de mortalidade para homens e mulheres funcionários públicos de nível superior.

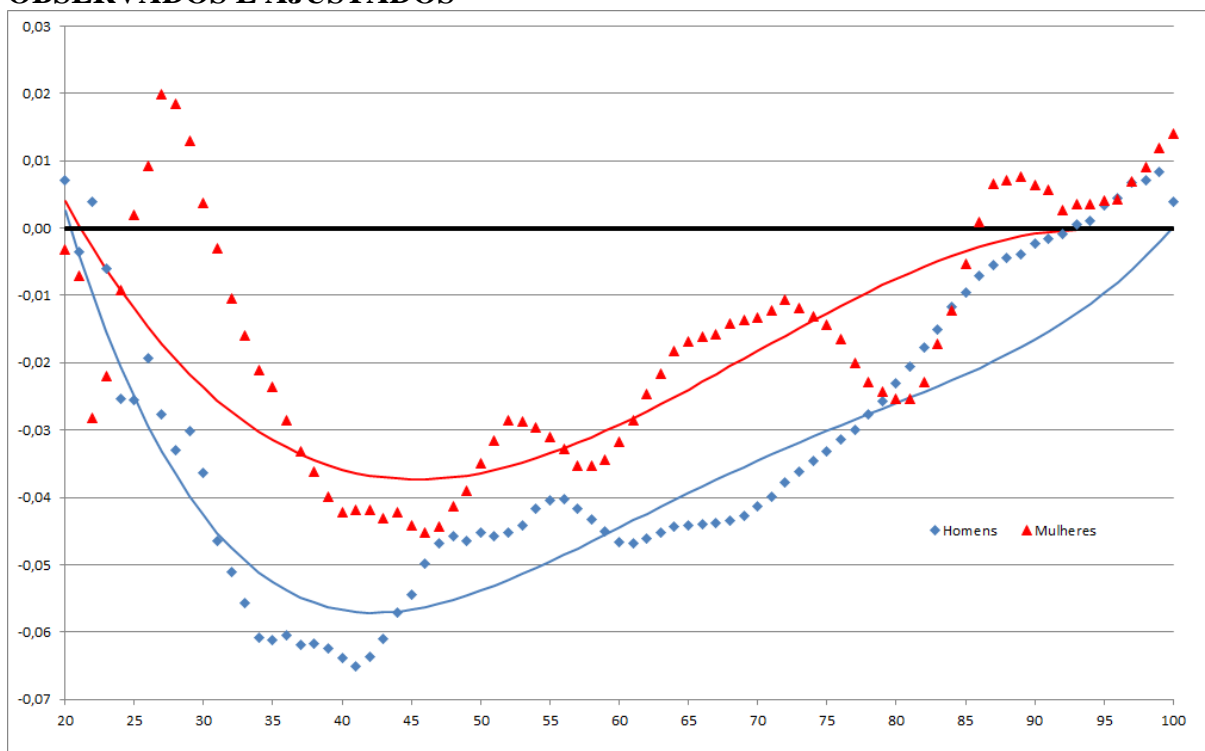
**Gráfico 7 – RAZÃO DA TAXA DE MORTALIDADE SEGUNDO IDADE, SEXO E ANO CALENDÁRIO E O VALOR AJUSTADO PARA O PERÍODO – FUNCIONÁRIOS PÚBLICOS ATIVOS E APOSENTADOS - NÍVEL SUPERIOR - 1994/2013 (MÉDIA MÓVEL DE TRÊS ANOS)**



O Gráfico 8 apresenta o *improvement* médio anual da sobremortalidade dos funcionários públicos de nível superior com respeito ao valor ajustado segundo sexo. Além dos valores

observados, mostra também um ajuste polinomial de quarta ordem que suaviza os dados. Para ambos os sexos, as taxas são negativas e com um mínimo no entorno de 40 anos, caracterizando uma menor queda nas idades extremas, mais jovens e mais velhos. Os valores ajustados apresentam maiores *improvements* nas idades perto de 40 anos. Para este nível educacional também, os homens apresentam quedas maiores do que as mulheres. Com os dados rarefeitos nas idades extremas, jovens e centenários, existe uma grande imprecisão na estimativa das taxas de mortalidade e conseqüentemente do *improvement* para estes grupos de idade.

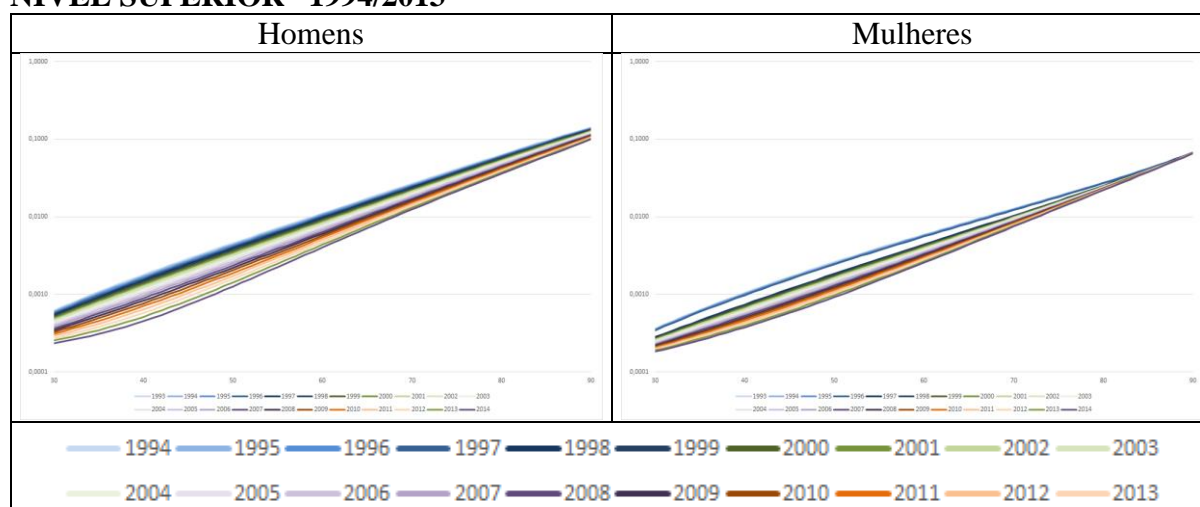
**Gráfico 8 – IMPROVEMENT MÉDIO ANUAL DAS TAXAS DE SOBREMORTALIDADE SEGUNDO IDADE E SEXO – FUNCIONÁRIOS PÚBLICOS ATIVOS E APOSENTADOS - NÍVEL SUPERIOR - 1994/2013 – VALORES OBSERVADOS E AJUSTADOS**



O Gráfico 9 apresenta, para a população de funcionários públicos civis de nível superior, a taxa ajustada para cada ano calendário, resultado da combinação da aplicação do modelo de Heligman e Pollard e a modificação do modelo proposto por Lee e Carter com o *improvement* ajustado pelo polinômio.



**Gráfico 9 – TAXA AJUSTADA DE MORTALIDADE SEGUNDO IDADE, SEXO E ANO CALENDÁRIO – FUNCIONÁRIOS PÚBLICOS ATIVOS E APOSENTADOS - NÍVEL SUPERIOR –1994/2013**



## VI – COMENTÁRIOS

O que se pode notar é um *improvement* importante para todas as combinações de sexo e nível de escolaridade dos funcionários públicos federais. É possível que parte da melhora seja devido aos novos contingentes ingressando no serviço público, consistente com maiores valores para as idades iniciais dos funcionários de nível médio e para adultos de idade média entre os de nível superior.

Para estudos atuariais de populações específicas é difícil a existência de dados longitudinais para um longo período e uma população homogênea. Circunstâncias externas podem modificar a composição do grupo no tempo, neste caso pela imposição de um concurso público para entrada no corpo funcional e a situação, até agora, privilegiada com respeito à estabilidade do emprego e à Previdência dos funcionários públicos.

## VII – BIBLIOGRAFIA

ANDREEV, K.; VAUPEL, J. Patterns of mortality improvement over age and time in developed countries: Estimation, presentation and implications for mortality forecasting. In: *PAA Annual Meetings*. Filadélfia, Pensilvânia, 2005. Disponível em: <<http://paa2005.princeton.edu/papers/51061>>. Acesso em: 14 jul. 2018.

BELL, Felicite C.; MILLER, Michael L. *Life Tables for the United States Social Security Area 1900-2100*. Actuarial Study No. 120. Social Security Administration. 2005.

BELTRÃO, Kaizô Iwakami et al. *Mortalidade por sexo e idade dos funcionários do Banco do Brasil, 1940-1990*. Relatório técnico 02/95. Rio de Janeiro: ENCE/IBGE, setembro de 1995.

BELTRÃO, Kaizô Iwakami et al. Mortality rates in the Brazilian insurance market: a comparison. *Brazilian Journal of Probability and Statistics*, v. 19, p. 191-226, 2005.

BELTRÃO, Kaizô Iwakami; SUGAHARA, Sonoe. *Tábua de mortalidade para os funcionários públicos civis federais do poder executivo por sexo e escolaridade: comparação com tábuas do mercado*. Texto para discussão n. 3. Rio de Janeiro: ENCE/IBGE, novembro de 2002.

BELTRÃO, Kaizô Iwakami; SUGAHARA, Sonoe. Mortalidade dos funcionários públicos civis do Executivo por sexo e escolaridade - 1993/2014. *Revista Contabilidade & Finanças*, v. 28, n. 75, p. 445-464, 1 dez. 2017.

BONGAARTS, John. Long-range trends in adult mortality: Models and projection methods. *Demography*, v. 42, n. 1, p. 23-49, 2005.

BOOTH, Heather; TICKLE, Leonie; SMITH, Len. Evaluation of the variants of the Lee-Carter method of forecasting mortality: a multi-country comparison. *New Zealand Population Review*, v. 31, n. 1, p. 13-34, 2005.

BORGES, Gabriel Mendes. *Funcionalismo Público Federal: Construção e Aplicação de Tábuas Biométricas*. Dissertação (Mestrado) – ENCE/IBGE, 2009.

CALDWELL, John C. et al. *Demographic Transition Theory*. Dordrecht, Holanda: Springer, 2006.

CONDE, Newton Cezar. *Tábua de Mortalidade Destinada a Entidades Fechadas de Previdência Privada*. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis e Atuariais) – PUC, São Paulo, 1991.

DEATON, Angus; PAXSON, Christina. Mortality, Income, and Income Inequality over Time in Britain and the US. In: WISE, David A. (Ed.). *Perspectives in the Economics of Aging*. Chicago: University of Chicago Press, 2004.

GRAUNT, John. *Natural and Political Observations Made Upon the Bills of Mortality; 1662*. Disponível em <<http://www.edstephan.org/Graunt/bills.html>>. Acesso em: 14 jul. 2018.

HABERMAN, Steven; RENSHAW, Arthur. A comparative study of parametric mortality projection models. *Insurance: Mathematics and Economics*, v. 48, n. 1, p. 35-55, 2011.

HABERMAN, Steven; RUSSOLILLO, Maria. *Lee Carter mortality forecasting: application to the Italian population*. Actuarial Research Paper No. 167. Cass Business School, 2005.

HELIGMAN, Larry; POLLARD, John H. The age pattern of mortality. *Journal of the Institute of Actuaries*, v. 107, n. 1, p. 49-80, 1980.

HOLLMANN, Frederick William; MULDER, Tammany J.; KALLAN, Jeffrey E. *Methodology & Assumptions for the Population Projections of the United States: 1999 to 2010*. U.S. Population Division Working Paper No. 38. Department of Commerce, U.S. Census Bureau, Population Division, Population Projections Branch, 2000.

LEE, Ronald D.; CARTER, Lawrence R. Modelling and Forecasting U.S. mortality. *Journal of the American Statistical Association*, v. 87, n. 419, p. 659-671, 1992.

LEE, Ronald; MILLER, Timothy. Evaluating the performance of the Lee-Carter method for forecasting mortality. *Demography*, v. 38, n. 4, p. 537-549, 2001.

LI, Siu-Hang; CHAN, Wai-Sum. The Lee-Carter model for forecasting mortality, revisited. *North American Actuarial Journal*, v. 11, n. 1, p. 68-89, 2007.

MINISTÉRIO DA ADMINISTRAÇÃO FEDERAL E REFORMA DO ESTADO. *Plano Diretor da Reforma do Aparelho do Estado*. Brasília, 1995.

OLIVEIRA, Mário et al. *Tábuas biométricas de mortalidade e sobrevivência – experiência do mercado segurador brasileiro 2010*. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Seguros – Funenseg, 2012.

PURUSHOTHAM, Marianne; VALDEZ, Emil; WU, Huijing. *Global Mortality Improvement Experience and Projection Techniques*. Society of Actuaries, 2011.

RIBEIRO, Claudiomar Oviedo; FAÉ, Cleison. *O Siape, sua administração e tabelas*. Módulo 1. Siape Folha. Brasília: Fundação Escola Nacional de Administração Pública, 2017a.

RIBEIRO, Claudiomar Oviedo; FAÉ, Cleison. *O Siapenet e suas funcionalidades*. Módulo 4. Siape Folha. Brasília: Fundação Escola Nacional de Administração Pública, 2017b.

RIBEIRO, Elizabeth F.; PIRES, Valéria R. R. *Construção de tábua de mortalidade: experiência Banco do Brasil*. Trabalho de final de curso apresentada no curso de Pós-Graduação em Atuária – ENCE/IBGE, agosto de 2001.

ROSNER, Bruce et al. *Literature Review and Assessment of Mortality Improvement Rates in the U.S. Population: Past Experience and Future Long-Term Trends*. Society of Actuaries, 2013. Disponível em: <<https://www.soa.org/files/research/exp-study/research-2013-lit-review.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2018.

SILVA, Luciano Gonçalves de Castro. *Estudo da mortalidade dos servidores públicos civis do poder executivo do estado de São Paulo e o impacto na previdência social de seu regime próprio*. Dissertação (Mestrado) – ENCE/IBGE, 2008.

VALLIN, Jacques; MESLÉ, France. *Tables de mortalité françaises pour les XIXe et XXe siècles et projections pour le XXIe siècle*. N°4-2001. Paris: INED, 2001.

VALLIN, Jacques; MESLÉ, France; VALKONEN, Tapani. *Trends in mortality and differential mortality*. Population studies, No. 36. Council of Europe Publishing, 2001.

YASHIN, Anatoli I. et al. New age patterns of survival improvement in Sweden: do they characterize changes in individual ageing? *Mechanisms of Ageing and Development*, v. 123, n. 6, p. 637-647, 2002.

WANG, Jenny Zheng. *Fitting and Forecasting Mortality for Sweden: Applying the Lee-Carter Model*. Mathematical Statistics Stockholm University, 2007.

WENDJA, Candy N. *Construction d'une table de mortalité prospective à partir d'un échantillon réduit: Application à la population d'un régime de retraite marocain*. 2007. Dissertação M2 (Mestrado) em Ciências Atuariais – Euro-Institut D'Actuariat-Universite de Bretagne Occidentale.

## VIII – ANEXO

Variação anual média (improvement) das taxas de mortalidade por idade segundo sexo e escolaridade

Idade	Nível Médio		Nível Superior		Idade	Nível Médio		Nível Superior	
	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres		Homens	Mulheres	Homens	Mulheres
20	-0,0659	-0,0723	0,0025	0,0040	56	-0,0368	-0,0199	-0,0485	-0,0327
21	-0,0647	-0,0694	-0,0039	0,0004	57	-0,0361	-0,0194	-0,0475	-0,0319
22	-0,0636	-0,0666	-0,0098	-0,0030	58	-0,0355	-0,0191	-0,0465	-0,0310
23	-0,0625	-0,0640	-0,0153	-0,0062	59	-0,0349	-0,0187	-0,0455	-0,0301
24	-0,0614	-0,0614	-0,0204	-0,0092	60	-0,0342	-0,0184	-0,0445	-0,0292
25	-0,0604	-0,0589	-0,0250	-0,0120	61	-0,0336	-0,0181	-0,0434	-0,0282
26	-0,0594	-0,0566	-0,0293	-0,0147	62	-0,0330	-0,0178	-0,0424	-0,0272
27	-0,0584	-0,0543	-0,0332	-0,0172	63	-0,0323	-0,0175	-0,0414	-0,0261
28	-0,0575	-0,0521	-0,0367	-0,0195	64	-0,0317	-0,0173	-0,0404	-0,0250
29	-0,0565	-0,0500	-0,0399	-0,0217	65	-0,0310	-0,0171	-0,0393	-0,0239
30	-0,0556	-0,0480	-0,0427	-0,0237	66	-0,0304	-0,0169	-0,0383	-0,0228
31	-0,0547	-0,0461	-0,0452	-0,0255	67	-0,0297	-0,0167	-0,0374	-0,0217
32	-0,0538	-0,0442	-0,0475	-0,0272	68	-0,0290	-0,0165	-0,0364	-0,0205
33	-0,0530	-0,0425	-0,0495	-0,0288	69	-0,0283	-0,0163	-0,0355	-0,0194
34	-0,0521	-0,0408	-0,0512	-0,0302	70	-0,0276	-0,0161	-0,0345	-0,0182
35	-0,0513	-0,0392	-0,0526	-0,0315	71	-0,0269	-0,0160	-0,0336	-0,0171
36	-0,0505	-0,0377	-0,0538	-0,0326	72	-0,0262	-0,0158	-0,0327	-0,0160
37	-0,0497	-0,0362	-0,0548	-0,0336	73	-0,0255	-0,0157	-0,0318	-0,0148
38	-0,0489	-0,0348	-0,0557	-0,0345	74	-0,0247	-0,0155	-0,0310	-0,0137
39	-0,0482	-0,0335	-0,0563	-0,0352	75	-0,0240	-0,0153	-0,0301	-0,0126
40	-0,0474	-0,0323	-0,0567	-0,0358	76	-0,0232	-0,0152	-0,0293	-0,0115
41	-0,0467	-0,0311	-0,0570	-0,0364	77	-0,0224	-0,0150	-0,0285	-0,0105
42	-0,0460	-0,0300	-0,0571	-0,0367	78	-0,0216	-0,0148	-0,0276	-0,0094
43	-0,0453	-0,0289	-0,0571	-0,0370	79	-0,0208	-0,0146	-0,0268	-0,0084
44	-0,0446	-0,0279	-0,0569	-0,0372	80	-0,0200	-0,0144	-0,0260	-0,0075
45	-0,0439	-0,0270	-0,0567	-0,0373	81	-0,0191	-0,0141	-0,0252	-0,0066
46	-0,0432	-0,0261	-0,0563	-0,0373	82	-0,0183	-0,0139	-0,0243	-0,0057
47	-0,0425	-0,0253	-0,0558	-0,0372	83	-0,0174	-0,0136	-0,0235	-0,0049
48	-0,0419	-0,0245	-0,0552	-0,0370	84	-0,0165	-0,0133	-0,0226	-0,0041
49	-0,0412	-0,0238	-0,0546	-0,0367	85	-0,0155	-0,0130	-0,0217	-0,0034
50	-0,0406	-0,0231	-0,0539	-0,0364	86	-0,0146	-0,0127	-0,0208	-0,0028
51	-0,0399	-0,0224	-0,0531	-0,0359	87	-0,0136	-0,0123	-0,0198	-0,0022
52	-0,0393	-0,0219	-0,0523	-0,0354	88	-0,0126	-0,0119	-0,0188	-0,0017
53	-0,0387	-0,0213	-0,0514	-0,0348	89	-0,0116	-0,0115	-0,0177	-0,0012
54	-0,0380	-0,0208	-0,0505	-0,0342	90	-0,0105	-0,0110	-0,0166	-0,0009
55	-0,0374	-0,0203	-0,0495	-0,0335					