



Autora: Edviges I. F. Coelho

Instituto Nacional de Estatística, Departamento de Estatísticas Sociais

Email: edviges.coelho@ine.pt

Resumo:

Em 1992, Lee e Carter apresentaram um novo método para a modelização e previsão das taxas de mortalidade específicas por idade. Originalmente aplicado a dados da mortalidade para os EUA, o método de Lee – Carter foi ganhando importância, nomeadamente pela qualidade dos resultados empíricos das várias aplicações. Em 2001, E. Coelho (2001) aplica o método de Lee - Carter a dados da mortalidade para Portugal.

No presente artigo, apresenta-se o método proposto por Lee e Carter, bem como, algumas das modificações e extensões entretanto propostas. São ainda apresentados os resultados obtidos por Coelho (2001) para Portugal, tendo em atenção os valores observados e as projecções para a esperança de vida disponibilizados pelo INE.

Palavras-chave: Método de Lee-Carter, Mortalidade, Esperança de Vida.

Abstract

In 1992, Lee and Carter presented a new method to modelling and forecasting age-specific mortality rates. Originally applied to USA mortality data, the Lee-Carter method has gained importance mainly because of the quality of its empirical results. In 2001, E. Coelho (2001) has applied the Lee – Carter method to Portuguese mortality data.

In this work, we present the method proposed by Lee and Carter as well as some of its developments and modifications. The results obtained by Coelho (2001) are also presented having in mind the observed values and the projection of life expectancy made available by NSI.

Key words: Lee-Carter Method, Mortality, Life Expectancy.

O Método de Lee – Carter para Previsão da Mortalidade

**The Lee-Carter
Method for Forecasting
Mortality**

Introdução

O século XX assistiu a um declínio acentuado no nível de mortalidade das populações, nomeadamente nos países mais desenvolvidos. A evolução positiva da mortalidade traduziu-se num acréscimo substancial da esperança de vida, impulsionado nos primeiros tempos pela redução na mortalidade infantil e juvenil e nos últimos anos também pela diminuição das taxas de mortalidade entre as gerações mais velhas.

A crescente sobrevivência em idades cada vez mais elevadas associada ao menor número de nascimentos, traduz-se em populações cada vez mais envelhecidas. A maior longevidade tem, assim, impacto directo sobre os custos dos sistemas públicos de segurança social dado que não existe uma contrapartida em termos de suporte financeiro do contributo de uma geração jovem ampla.

Neste contexto demográfico, questões sobre o futuro da longevidade humana adquiriram um significado especial para o planeamento das políticas públicas e fiscais e o estudo e previsão da mortalidade têm vindo a ganhar importância.

No início da década de 90 do século XX, Ronald Lee e Lawrence Carter (1992) apresentaram um novo método para a extrapolação das tendências e dos padrões etários da mortalidade, que ficou conhecido pelo método de Lee-Carter. Originalmente aplicado a dados da mortalidade para os EUA, o método de Lee-Carter tem vindo a ser aplicado ao estudo da mortalidade em diversos países, nomeadamente, ao Canadá por Lee e Nault em 1993 (Lee, 2000), ao Chile por Lee e Rofman em 1994 (Lee, 2000), ao Japão por Wilmoth em 1995 (Lee, 2000) e mais recentemente ao Brasil (Fígoli, 1998), aos países que constituem o grupo dos países mais industrializados - G7 - E.U.A., Canadá, Japão, França, Alemanha, Itália e Reino Unido (Tuljapurkar et al., 2000) e à Áustria (Carter e Prskwetz, 2001).

Neste trabalho, num primeiro ponto apresenta-se o método proposto por Lee e Carter, em 1992, para a modelização e previsão da mortalidade, aplicado aos dados da mortalidade para os EUA no período 1900 - 1989 com um horizonte de previsão de 76 anos. Considerado pioneiro nas previsões probabilísticas para as taxas de mortalidade específicas por grupo etário e, conseqüentemente, para a esperança de vida, o método de Lee-Carter traduz padrões históricos de variabilidade em padrões projectados baseado em modelos de séries temporais que permitem medir os erros associados ao cálculo dos valores futuros das variáveis.

Em segundo lugar, apresentam-se algumas considerações e desenvolvimentos ao método proposto em 1992, resultado da atenção que tem suscitado e da sua aplicação a contextos de mortalidade distintos daquele dos EUA.

Finalmente, com base no trabalho de E. Coelho (2001) que procedeu à aplicação do método de Lee-Carter aos dados da mortalidade para Portugal, são apresentados alguns dos resultados obtidos bem como os aspectos que requerem maior atenção.

O método de Lee-Carter

O método de Lee – Carter combina um modelo demográfico para a mortalidade com um modelo de séries temporais. A partir de informação histórica sobre a mortalidade é estimado o modelo demográfico, obtendo-se um índice temporal do nível geral da mortalidade, o qual é modelizado como uma série temporal e, posteriormente, projectado. As previsões para as taxas de mortalidade e esperança de vida são obtidas a partir da previsão do índice temporal de nível da mortalidade.

Os autores destacam como virtudes deste novo método o facto de combinar um modelo demográfico rico, mas parcimonioso, com um modelo de séries temporais, permitindo obter intervalos probabilísticos para as respectivas previsões, e de se basear num conjunto de informação histórica num horizonte temporal relativamente longo. Ao mesmo tempo, dada a forma como foi definido o modelo demográfico que lhe está subjacente, o método permite ainda que as taxas de mortalidade decresçam de forma exponencial, não sendo necessário estabelecer um limite superior arbitrário ou racionalizar de alguma maneira a desaceleração dos ganhos na esperança de vida, uma vez que esta desaceleração acontece sem qualquer pressuposto adicional. Destacam, também, a possibilidade de obter de forma indirecta a mortalidade, para períodos para os quais não dispomos das taxas de mortalidade específicas.

Contudo, referem que se trata de um método extrapolativo, ou seja, que se baseia no comportamento da mortalidade no passado para prever o futuro, e embora tenha algumas vantagens sobre outros métodos extrapolativos, partilha as fraquezas fundamentais da extrapolação. A estrutura e a evolução verificadas nos dados históricos poderão não se manter no futuro, podendo existir alterações estruturais que em termos de previsão não irão ser contempladas. Por outro lado, o método não faz qualquer tentativa para incorporar a informação sobre os avanços da medicina, sobre a alteração do contexto sócio-económico, sobre a alteração dos estilos de vida ou sobre o aparecimento de novas doenças.

O modelo demográfico

Lee e Carter (1992) propuseram um modelo demográfico de mortalidade que pode ser estimado a partir de uma matriz de taxas específicas de mortalidade por idade, para diversos períodos passados. O modelo descreve a evolução da mortalidade da seguinte forma:

$$\ln(m_{x,t}) = a_x + b_x k_t + \varepsilon_{x,t}, \quad x = 1, \dots, X \text{ e } t = 1, \dots, T \quad (1.1)$$

onde, $m_{x,t}$ é a taxa de mortalidade observada para a idade x no ano t ; a_x , b_x e k_t são parâmetros do modelo e $\varepsilon_{x,t}$ é um termo de erro.

O conjunto de coeficientes a_x , que constitui um vector de constantes específicas para cada uma das idades, descreve a forma geral do perfil de mortalidade por idade. O k_t é o índice de nível geral da mortalidade no ano t , isto é, captura a tendência temporal principal da mortalidade. Os coeficientes b_x descrevem as alterações nas taxas de mortalidade na idade x em resposta a alterações no nível geral de mortalidade, k_t , ou seja,

$$\frac{d \ln(m_{x,t})}{dt} = b_x \frac{dk}{dt} \quad (1.2)$$

O termo de erro $\varepsilon_{x,t}$, com média zero e variância σ_ε^2 , reflecte as influências históricas específicas a cada idade não capturadas pelo modelo.

O ajustamento do modelo demográfico

O processo de ajustamento do modelo demográfico é efectuado em duas etapas: estimação dos parâmetros a_x , b_x e k_t e posterior reestimação do k_t para que o número de óbitos ajustado coincida com o número de óbitos efectivamente verificado.

Uma solução exacta de mínimos quadrados para os parâmetros a_x , b_x e k_t é obtida através da aplicação do método da decomposição em valores singulares¹ (SVD) (Good, 1969). A SVD é aplicada à matriz dos logaritmos das taxas depois de lhe ter sido subtraída a média temporal do logaritmo das taxas de mortalidade específicas por idade. Os primeiros vectores direito e esquerdo e o respectivo valor singular provenientes da aplicação da SVD à matriz, após a normalização, fornecem uma solução única para (1.1).

Uma vez que as estimativas para k_t , a_x e b_x são geradas com base na matriz de logaritmos das taxas de mortalidade e não na matriz de taxas de mortalidade, o número de óbitos obtido pela aplicação das taxas de mortalidade estimadas à distribuição por idade da população, em geral, não coincide exactamente com o número de óbitos observados. Lee e Carter (1992) introduziram uma nova etapa na estimação de k_t , ajustando-o por forma a que, para a estrutura etária da população e para os coeficientes a_x e b_x previamente estimados, produza exactamente o número total de óbitos observados para o ano em causa. Assim:

$$D_t = \sum_x (N_{x,t} e^{(a_x + k_t b_x)}) \quad (1.3)$$

onde D_t é o número total de óbitos observado no ano t e $N_{x,t}$ corresponde à população da idade x no ano t .

Modelização do índice de mortalidade

Uma vez ajustado o modelo demográfico, o próximo passo é modelizar k_t como um processo estocástico de séries temporais. Para tal, Lee e Carter (1992) utilizaram a metodologia de Box-Jenkins, seleccionando um modelo ARIMA (0,1,0), ou seja, um passeio aleatório com um termo constante, $k_t = c + k_{t-1} + \varepsilon_t$.

Com base nas estimativas do modelo seleccionado, obtém-se a previsão do índice de nível de mortalidade, k_t , para um dado horizonte temporal. Conjuntamente com a previsão pontual são obtidos intervalos de probabilidade para a previsão de k_t . Este é um dos aspectos mais importantes do método de Lee-Carter.

Considerações e novos desenvolvimentos

As atenções que o método de Lee-Carter atraiu ao longo do tempo e a sua aplicação em contextos diversos daquele para o qual foi originalmente desenvolvido, nomeadamente países com um padrão de decréscimo da mortalidade distinto daquele dos EUA, evidenciou por um lado as suas qualidades e, por outro, as suas limitações. Paralelamente foram apresentados novos desenvolvimentos, principalmente orientados para ir ao encontro das limitações evidenciadas em cada caso.

Em 2000, quase 10 anos depois da publicação do método de Lee-Carter, Lee (2000) e Lee e Miller (2000) fazem um balanço do seu comportamento, nomeadamente procedendo à enumeração das considerações que o método suscitou até ao momento e à avaliação cuidadosa da sua performance em termos de previsões.

Entre as considerações suscitadas destacam-se as relativas ao comportamento temporal quase linear da mortalidade, à verificação da hipótese base do modelo de que o vector de coeficientes b_x se mantém fixo no tempo, às condições iniciais de previsão do modelo, ao grau de incerteza incorporado pelo modelo e à adequação dos intervalos de probabilidade para a previsão.

No que se refere ao comportamento da mortalidade, esta nem sempre se reduziu de uma forma quase linear como aquela representada pela trajectória de k_t para os EUA no período 1900 – 1989. O comportamento da série k_t não reflecte, portanto, uma propriedade fundamental do comportamento histórico da mortalidade. Nestas condições, em termos da realização de previsões, faz sentido questionarmo-nos sobre se o comportamento evidenciado pelo k_t deve ser esperado no futuro.

O método apenas incorpora a incerteza associada à previsão, ou seja, aquela parte que é proveniente de incerteza na previsão do índice de mortalidade, k_t . Lee e Carter (1992) demonstram que à medida que o horizonte de previsão aumenta, as restantes fontes de incerteza, nomeadamente os erros na estimação de b_x e os erros de ajustamento do modelo demográfico $\varepsilon_{x,t}$, tornam-se cada vez menos relevantes, sendo dominados no longo prazo pela incerteza associada a k_t .

Têm surgido alguns comentários referentes aos intervalos de probabilidade para a previsão apresentados por Lee e Carter (1992), nomeadamente que não reflectem a incerteza sobre se a especificação do modelo é correcta, nem a incerteza sobre se o futuro será semelhante ao passado. Os intervalos são considerados muito apertados, subavaliando a incerteza sobre os níveis futuros da esperança de vida.

Consequência da parametrização do modelo demográfico (1.1), o vector de coeficientes b_x mantém-se fixo no tempo, isto é, as tendências temporais do $\ln(m_{x,t})$, apesar de poderem diferir de grupo etário para grupo etário, estão deterministicamente relacionadas. Na realidade, a velocidade relativa da variação das taxas de mortalidade para idades diferentes pode variar ao longo do tempo. Esta possibilidade, que não foi explorada por Lee e Carter (1992), é contudo um aspecto recorrentemente referido por vários autores, nomeadamente Horiuchi e Wilmoth, citados por Lee (2000). Os autores demonstraram, para vários países, que a mortalidade, nas últimas décadas, decresce mais rapidamente em idades elevadas do que em idades mais baixas.

Em resultado da forma como o modelo é ajustado, para alguns grupos etários, verifica-se a existência de uma quebra entre o valor observado para a taxa de mortalidade no último ano do período em análise e o primeiro valor da previsão, o que significa que as condições iniciais para a previsão não são exactamente correctas. Lee e Carter (1992), apesar de reconhecerem que existia um erro, que era particularmente importante nos primeiros anos da previsão, na altura, preferiram aceitar a descontinuidade, porque verificaram que esta apenas se verificava para taxas de mortalidade muito baixas e, portanto, com uma pequena influência na esperança de vida e, por outro lado, o facto de restringirem o modelo a passar pelo valor do logaritmo das taxas de mortalidade no último do período base deteriorava o ajustamento do mesmo para o resto do período base.

Posteriormente, Bell (1997) estudou um conjunto de métodos para previsão da mortalidade, para o período 1940 – 1991, incluindo o método de Lee-Carter original e também o método de Lee-Carter com vector α_x igual ao logaritmo da taxa de mortalidade observada mais recente. Concluiu que, com a introdução desta alteração, o método de Lee-Carter tinha uma performance superior em termos de previsão à dos restantes métodos considerados.

Entretanto foram desenvolvidos novos métodos de ajustamento do modelo demográfico de Lee e Carter. Wilmoth (1993), com o objectivo de utilizar o método de Lee-Carter na previsão da mortalidade por causa de morte, desenvolveu um processo para ajustamento do modelo de Lee-Carter em apenas uma etapa. O autor propõe o ajustamento do modelo (1.1) por mínimos quadrados ponderados, usando como ponderadores o número de óbitos observados por idade e ano de calendário, utilizando directamente a SVD ponderada. Para além desta

técnica, Wilmoth (1993) propõe também a estimação do modelo de Lee-Carter usando o método da Máxima Verosimilhança, especificando um modelo probabilístico cujos parâmetros podem ser estimados por este método.

Em 1996, Lawrence Carter (1996) propõe a modelização do índice de mortalidade utilizando modelos estruturais de séries temporais, permitindo que os parâmetros da equação de estimação variem no tempo.

Uma outra modificação ao método de Lee-Carter foi proposta por Lee e Miller (2000) e consiste na alteração da segunda etapa de estimação do k_t . O k_t é reestimado de tal forma que o valor estimado para a esperança de vida à nascença é igual ao valor da esperança de vida à nascença observada num dado ano. A vantagem desta alteração é que, na segunda etapa, já não necessitamos de dispor de informação sobre a distribuição da população por idade para cada ano do período em estudo.

Mais recentemente, Carter e Prskawetz (2001) introduzem no método de Lee-Carter a possibilidade de modelizar alterações ao longo do tempo dos padrões etários da mortalidade, isto é, alterações nos vectores a_x e b_x .

Para além dos aperfeiçoamentos e modificações ao próprio método, o método de Lee-Carter foi aplicado também à modelização e previsão da mortalidade desagregada por sexo por Carter e Lee (1992), por área geográfica por Lee e Nault, em 1993 (Lee, 2000) e por causa de morte por Wilmoth, em 1995 (Lee, 2000).

De salientar que o método de Lee-Carter ultrapassou as fronteiras do estudo da mortalidade. Em 1992, Lee (1992) utilizou-o para o estudo da fecundidade, obtendo previsões probabilísticas para a taxa de fecundidade.

As duas vertentes, mortalidade e fecundidade, foram integradas por Lee e Tuljapurkar (1994), obtendo previsões para a população e os respectivos intervalos de probabilidade.

A aplicação a Portugal

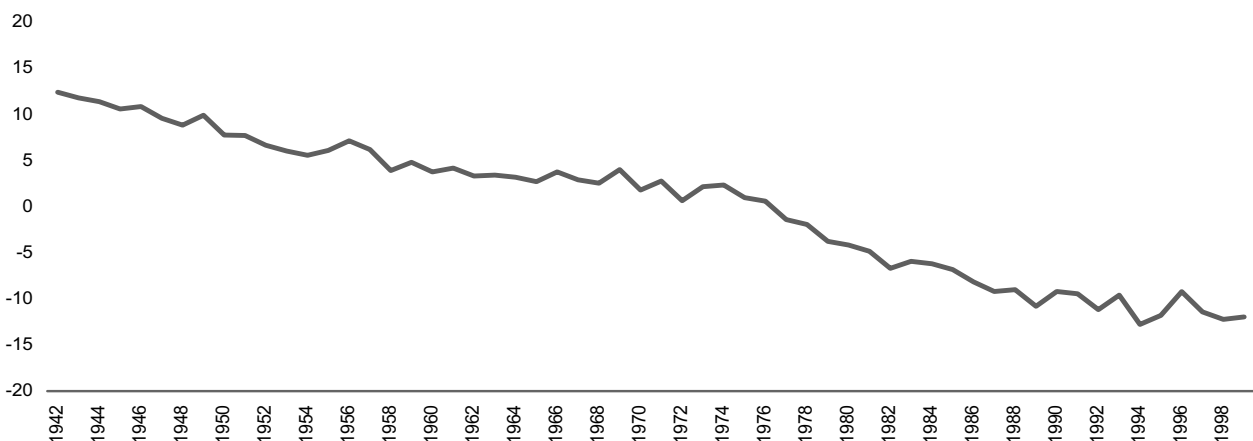
Em 2001, E. Coelho (2001) estudou a aplicação do método de Lee-Carter para modelização e previsão da mortalidade, sexos agregados, para Portugal.

O modelo demográfico de Lee-Carter foi ajustado às taxas de mortalidade específicas por grupo etário, para o período 1942 a 1999. O critério subjacente ao período temporal considerado para a modelização da mortalidade foi o da disponibilidade de informação estatística relativa ao número de óbitos por idade, número de nados-vivos e estimativas da população por idade. Coelho (2001) procedeu ao cálculo das taxas de mortalidade específicas, para esse período, considerando grupos etários quinquenais, excepto para o grupo etário 0 a 4 anos que foi subdividido em dois, menos de 1 ano e 1 a 4 anos, e o último grupo para a população com 85 ou mais anos.

As estimativas do índice de nível geral da mortalidade k_t , como se pode observar no gráfico 1, apresentam um comportamento geral decrescente com ligeiras flutuações de curto prazo.

Figura 1

Índice de nível geral da mortalidade k_t 1942 - 1999, Portugal



Fonte: Coelho, E. 2001.

Este comportamento não parece diferir muito daquele apresentado por Lee e Carter (1992) para os EUA e por Tuljapurkar, Li e Boe (2000) para os G7. O factor tempo e o factor idade que lhe está associado explicam 86,2% da variação temporal no logaritmo das taxas de mortalidade. A qualidade do ajustamento, embora mais pobre do que a verificada por Lee e Carter (1992), para os EUA, em que este valor é de 92,7% da variação total e por Tuljapurkar, Li, e Boe (2000) para os países do G7 que reportaram valores acima de 94%, permite concluir que o modelo captura as tendências gerais das taxas de mortalidade por grupo etário.

Analisando o ajustamento de cada um dos grupos etários, são evidentes algumas dificuldades nos grupos etários entre os 15 e os 34 anos, verificando-se, contudo, as maiores dificuldades no grupo etário 85 e mais anos. Se a menor qualidade de ajustamento nos grupos etários 15 a 34 anos não é um factor de preocupação sobre a qualidade de ajustamento do modelo, uma vez que se tratam de grupos etários em que tradicionalmente se verifica um número reduzido de óbitos, o mesmo não se pode dizer do grupo etário 85 ou mais. Em 1942 apenas 5,5% do total de óbitos eram de indivíduos com 85 ou mais anos, em 1999 este valor é de 25,5%. A importância relativa actual deste grupo etário justifica a sua desagregação para ajustamento do modelo demográfico. As dificuldades associadas a esta desagregação têm a ver quer com a disponibilidade quer com a qualidade da informação estatística relativa à variável idade na caracterização de indivíduos falecidos com idades avançadas, nomeadamente no passado menos recente.

Lee e Carter (1992) também se deparam com um problema semelhante. Observam uma elevada proporção da população que sobrevive a idades elevadas mas apenas dispõem de informação para o número de óbitos para o intervalo etário aberto de 85 anos ou mais. Para obviar o problema aplicam o método proposto por Coale e Kisker em 1990 que, baseando-se em informação empírica, demonstraram que as taxas de mortalidade em idades avançadas aumentam com a idade a uma taxa linear decrescente. Com base nestes resultados e considerando que, por um lado, a evolução da mortalidade em Portugal sofre um certo desfasamento relativamente a outros países europeus e por outro, não se conhece a existência de estudos sobre esta problemática no nosso país, a autora, embora consciente dos problemas que daí poderiam advir, optou por considerar o grupo etário 85 e mais anos.

Ainda relativamente ao comportamento temporal dominante da mortalidade, Coelho (2001) refere que se procedermos a uma análise mais atenta do comportamento das estimativas do k_t , aparentemente podemos distinguir dois padrões de declínio distintos: um período inicial de decréscimo mais acentuado que desacelera até 1974; a partir de 1975 verifica-se novamente uma redução mais acentuada, voltando a reduzir-se o padrão de decréscimo na última década. Uma parte fundamental do estudo é dedicada à análise do comportamento estimado do k_t e à investigação da tendência temporal que lhe está subjacente, nomeadamente a existência de alterações estruturais. Coelho (2001) identificou uma alteração estrutural no comportamento de k_t em 1976, presumivelmente relacionada com o alargamento dos cuidados médicos a zonas mais afastadas dos centros urbanos em 1975, com a criação do “Serviço Médico à Periferia”, com as mudanças políticas relativas à reorganização e expansão do sistema de saúde e o desenvolvimento de um sistema público de segurança social. A modelização do k_t como um passeio aleatório com drift, como na generalidade das aplicações, não poderá ser considerada em Portugal. O comportamento dos resíduos provenientes da estimação deste processo não se aproxima do comportamento de um ruído branco, evidenciando a existência de componentes não modelizadas.

No ajustamento do modelo demográfico foi ainda introduzida uma correcção, fixando $a_x = \ln(m_{x,1999})$. À semelhança de Lee e Miller (2000), ao proceder à avaliação da qualidade das previsões, a autora conclui que o método de Lee-Carter apresenta um comportamento significativamente melhorado em termos de previsão após a correcção da descontinuidade entre o último ano em que a taxa de mortalidade foi observada e o primeiro ano da previsão.

No caso português, não se procedeu à avaliação da estabilidade do padrão de variação da mortalidade por idade, ou seja, do vector de coeficientes b_x . A análise do comportamento das taxas de mortalidade por grupos etários, entre 1942 e 1999, permite verificar que as maiores reduções relativas nas taxas de mortalidade ocorreram principalmente na primeira metade do período em análise, o que pode ser considerado evidência de alterações no padrão etário de declínio da mortalidade.

Em 2000, Lee e Miller (2000) verificam que o vector de coeficientes b_x se tem deslocado sistematicamente, tanto nos EUA, como na Suécia, França, Canadá ou Japão na segunda metade do século XX, verificando-se um amortecimento no declínio das taxas de mortalidade por idade acima dos 15 anos. Uma solução satisfatória, segundo os autores, é aquela adoptada por Tuljapurkar (2000), ou seja, basear a previsão em dados após 1950 e assumir b_x fixo apenas para esse período.

A solução proposta por Lee e Miller (2000) poderá não ter aplicação em Portugal, na medida em que o padrão de declínio da mortalidade apresenta-se mais tardio que o dos países europeus indicados por Tuljapurkar, Li e Boe (2000) e com uma maior velocidade relativa. A escolha do período de ajustamento requer a comparação dos perfis estimados b_x para vários períodos dentro do período base.

A partir da avaliação da performance dos modelos em termos de previsão das taxas de mortalidade por grupo etário e da esperança de vida, bem como, os resultados dos testes econométricos para aferição da qualidade de ajustamento do modelo, E. Coelho (2001) conclui que, para além de considerar o ajustamento do modelo demográfico, o índice de mortalidade k_x deve ser modelizado como um modelo ARMA (1,1) com uma tendência determinística e uma quebra no nível da mesma em 1976.

Com base neste modelo, nos próximos 50 anos esperam-se ganhos na esperança de vida à nascença da ordem dos 5,19 anos. O valor previsto para a esperança de vida em 2049 situar-se-à, com uma probabilidade de 95%, no intervalo [80,05; 81,09] anos, sendo que a previsão pontual é de 80,59 anos. As maiores reduções nas taxas de mortalidade, embora com menor velocidade, continuarão a verificar-se nas gerações mais jovens, com maior incidência no grupo etário 1-4 anos, enquanto que a tendência da mortalidade para a população com 85 anos ou mais é de um ligeiro aumento.

O INE publicou em 2003 as projecções da população residente até 2050, e neste momento já disponibilizou os valores da esperança de vida observados para o período 2000 a 2003, o que em teoria nos permitiria aferir sobre a qualidade das previsões obtidas por E. Coelho (2001).

Há, no entanto, que salvaguardar alguns aspectos que poderão inviabilizar a comparação directa destes valores, nomeadamente no que se refere à informação de base utilizada. O estudo mencionado utiliza as estimativas da população disponibilizadas pelo INE até 2000, as quais, posteriormente, foram revistas. O INE procedeu à revisão das estimativas da população a partir de 1981 até 1990, por forma a integrar o erro de cobertura dos Censos 91, e ao cálculo das estimativas definitivas para o período 1991 a 2000 com base nos resultados dos censos 2001. Estas estimativas revistas foram utilizadas pelo INE para o cálculo das esperanças de vida observadas e para as projecções da população disponibilizadas em 2003.

O efeito da revisão das estimativas da população, pela sua intervenção no cálculo das taxas de mortalidade por idade, é evidente nas diferenças observadas, a partir da década de 80 do século XX, entre os valores da esperança de vida à nascença calculados pela autora e os disponibilizados pelo INE, sendo os primeiros inferiores aos apresentados pelo INE. Em 1999, último ano do período base do estudo, esta diferença é de menos 0,62 anos, ou seja, é de 75,4 anos segundo o estudo e de 76,02 segundo o INE.

Assim, a subavaliação na previsão dos valores da esperança de vida detectada para os primeiros anos de previsão, isto é, de 2000 a 2003, (quadro 1) relativamente aos valores observados pelo INE, deriva em grande parte das diferenças na informação de base.

Quadro 1

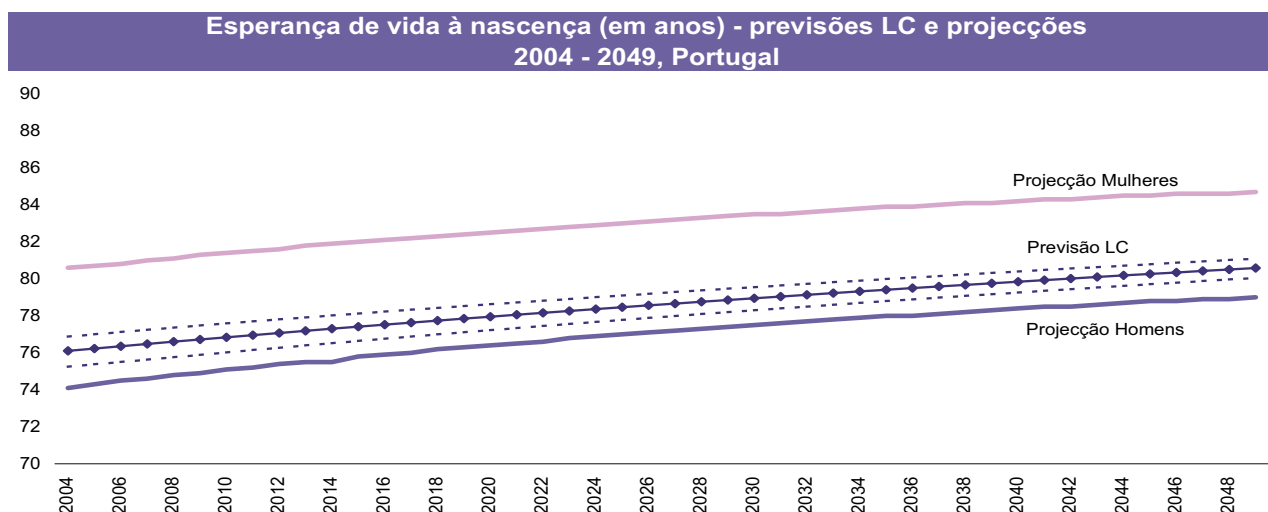
| Esperança de vida à nascença (em anos) 2000 - 2003, Portugal | | | | |
|--|------|----------|---------------------|-----------------|
| Anos | INE | Previsão | Limites da Previsão | |
| | | | L. Inferior 95% | L. Superior 95% |
| 2000 | 76,4 | 75,6 | 74,8 | 76,3 |
| 2001 | 76,9 | 75,7 | 74,9 | 76,5 |
| 2002 | 77,1 | 75,8 | 75,0 | 76,6 |
| 2003 | 77,3 | 76,0 | 75,1 | 76,7 |

Fonte: INE - Base de Dados sobre o Género; Coelho, E. 2001.

No que se refere à avaliação da qualidade das previsões no longo prazo, isto é, relativamente às projecções da população, para além do efeito de subavaliação resultante das condições iniciais de previsão, o INE não disponibiliza projecções para a esperança de vida à nascença sexos agregados. A melhor previsão é de que a esperança de vida se situará num valor intermédio daquelas disponibilizadas para homens e mulheres, que em 2049 são de 79,0 anos para os homens e 84,7 anos para as mulheres.

Analisando o gráfico 2, embora não se conheça a dimensão dos efeitos das diferenças nos dados de base e, consequentemente, o efeito de condições iniciais para a previsão de valores mais baixos para a esperança de vida, crê-se que possa existir uma ligeira subavaliação dos ganhos de esperança de vida em relação aos projectados.

Figura 2



Fonte: INE - Projecções da População Residente 2000- 2050; Coelho, E. 2001.

Um outro aspecto que pode ter tido influência sobre a subavaliação das previsões obtidas é o período base utilizado no estudo, neste caso de 1942 a 1999. De referir que se procura prever o futuro com base no passado e portanto se o processo que gerou os dados na amostra observada não se mantiver para valores futuros da variável, então as previsões baseadas na amostra não serão fidedignas. Em falta está a análise do melhor período temporal para ajustamento do modelo.

Conclusão

A aplicação do método de Lee – Carter para modelização e previsão da mortalidade para Portugal, com as adaptações incluídas, apresenta, em geral, um comportamento bastante razoável. A avaliação dos resultados por comparação com os valores observados para 2000 a 2003 da esperança de vida, evidencia problemas de subavaliação claramente minorados pela diferença nos dados de base. O mesmo no que se refere à comparação das previsões até 2049 com os valores para as projecções apresentados recentemente pelo INE.

Contudo, como E. Coelho (2001) evidencia, é necessário aprofundar o estudo de alguns aspectos do modelo, nomeadamente o comportamento da mortalidade acima dos 85 anos, a estabilidade do padrão de mortalidade por idade e a modelização desagregada por sexo.

A aplicação deste método a vários países desenvolvidos e as extensões mais recentes de que tem sido alvo revelam, por um lado a sua capacidade em termos de previsão e por outro adaptações que podem claramente melhorar a sua performance, tendo em conta aspectos particulares do comportamento da mortalidade em cada país.

Num contexto, em que o estudo do comportamento da mortalidade, nomeadamente em idades mais avançadas, assume importância acrescida, conclui-se pela necessidade de aprofundar o estudo deste método, quer individualmente, quer por comparação com outros métodos para previsão da mortalidade, por forma a obter previsões cada vez mais fidedignas.

Referências Bibliográficas

Bell, William R. (1997), "Comparing and Assessing Time Series Methods for Forecasting Age-Specific Fertility and Mortality Rates", *Journal of Official Statistics*, vol. 13, n.º 3, pp. 279-303.

Carter, Lawrence R. (1996), "Forecasting U.S. Mortality: A Comparison of Box-Jenkins ARIMA and Structural Time Series Models", *The Sociological Quarterly*, Vol. 37, n.º 1, pp. 127-144.

Carter, Lawrence R. e Prskawetz, Alexia (2001), "Examining Structural Shifts in Mortality Using the Lee-Carter Method", Max Planck Institute for Demographic Research WP 2001-007, Germany.

Coelho, Edviges (2001), "O Método de Lee-Carter para a Modelização e Previsão da Mortalidade", Dissertação de Mestrado em Estatística e Gestão de Informação, Lisboa, ISEG.

Fígoli, Moema G. Bueno, (1998), “Modelando e projectando a mortalidade no Brasil, Revista Brasileira de Estudos de População”, Vol.15, n.º 1.

Good, I.J. (1969), “Some Applications of the Singular Decomposition of a Matrix”, *Technometrics*, Vol. II, n.º 4, pp.823-831.

Instituto Nacional de Estatística – Base do Género, [On line], Disponível: <http://www.ine.pt>.

Instituto Nacional de Estatística (2003), *Projeções da População Residente 2000-2050*, Lisboa.

Instituto Nacional de Estatística (2003), *Estimativas Definitivas de População Residente Intercensitárias, 1991-2000*, Portugal, NUTSII, NUTS III e Municípios, Lisboa.

Instituto Nacional de Estatística (2003), *Estimativas Provisórias de População Residente, 2001-2002*, Portugal, NUTSII, NUTS III e Municípios, Lisboa.

Instituto Nacional de Estatística (2004), *Estatísticas Demográficas - 2003*, Lisboa.

Lee, Ronald (2000), “The Lee-Carter Method for Forecasting Mortality, with various Extensions and Applications”, *North American Actuarial Journal*, Vol. 4, n.º 1, pp. 80-93.

Lee, Ronald e Carter, Lawrence (1992), “Modeling and Forecasting U.S. Mortality”, *Journal of the American Statistical Association*, Vol.87, n.º 419, pp. 659-675.

Lee, Ronald e Miller, Timothy (2000), *Evaluating the Performance of Lee-Carter Mortality Forecasts*, University of California, Berkeley [On line], Disponível: <http://www.demog.berkeley.edu>.

Nazareth, J. Manuel (1996), *Introdução à Demografia - Teoria e Prática*, Editorial Presença, Lisboa.

Nunes, João Arriscado (1991), “O Declínio da Fecundidade em Portugal - um balanço crítico da investigação recente”, *Actas do II Congresso da ADEH*, Alicante.

Tuljapurkar, S., Li, Nan e Boe, Carl (2000), “A Universal Pattern of Mortality Decline in the G7 Countries”, *Nature* 405, pp. 789-792.

Wilmoth, John R. (1993), *Computational Methods for Fitting and Extrapolating the Lee-Carter Model of Mortality Change*, Technical Report, Department of Demography, University of California, Berkeley.

Notas

¹ Do inglês *Singular Value Decomposition*.