



A tuberculose: concepção de um modelo econométrico para a taxa bruta de mortalidade.

Autor: José Henrique Dias Gonçalves

Hospital Júlio Matos, Ministério da Saúde

Resumo:

Neste artigo, pretende-se descrever a evolução da mortalidade por tuberculose em Portugal. Será dada maior relevância ao período 1980-2000. Faremos uma breve análise histórica da tuberculose em Portugal durante o período 1930-2000. Analisaremos algumas medidas descritivas. De seguida, é desenvolvido um modelo Sarima com dados mensais.

Palavras chave:

- Óbitos por tuberculose, taxas de mortalidade por tuberculose, modelos Sarima.

Abstract:

In this paper we try to explain mortality by tuberculosis using statistical models. Firstly we present a brief historical analysis of tuberculosis in Portugal during the period 1930-2000 followed by a short describing data. Secondly we developed an econometric model based on annual data, in which the dependent variable is the gross mortality rate and the regressor is the Gross Internal Product per capita.

The main findings show that for the analysed period the mortality due to tuberculosis depends in a negative way of the economic conjuncture.

Finally we analysed the relation between HIV and mortality by tuberculosis.

Key-words:

- Tuberculosis deaths, mortality rates by tuberculosis, Sarima models.

The Tuberculosis study. conceiving a econometric model for the crude mortality rate.

“Uma nação não é verdadeiramente civilizada, enquanto deixar morrer tuberculosos, um número considerável dos seus filhos”

Lopo de Carvalho, 1923

1. INTRODUÇÃO

A mortalidade por tuberculose é um problema grave que Portugal enfrenta. Apesar da sua importância social e histórica, o estudo da evolução através de modelos estatísticos não tem recebido muita atenção. Houve uma tentativa de relacionar a mortalidade por tuberculose com variáveis económicas, no entanto, os resultados não foram satisfatórios.

Com este estudo, existe o objectivo de analisar a evolução do fenómeno nos últimos 70 anos. Sendo dada especial atenção às duas últimas décadas.

O artigo terá a seguinte estrutura. No ponto 2, será abordado o fenómeno da mortalidade por tuberculose. Nesta fase, a principal preocupação é descrever os factores que determinaram o crescimento ou a diminuição do número de óbitos por tuberculose.

A análise da série anual para o período 1930-2000 levou-nos a considerar três sub-períodos. Entre 1930 e 1950, existe uma elevada mortalidade por tuberculose. No período 1950-1980, os progressos na área da saúde levam a uma redução da mortalidade por esta causa. Entre 1980 e 2000, a mortalidade provocada por esta doença deixa de conhecer uma tendência decrescente..

A análise da série dos óbitos mensais por tuberculose para o período 1980-2000, permite concluir que, nas últimas duas décadas, os óbitos por tuberculose têm mantido uma tendência constante. No ponto 3 deste artigo, será desenvolvido um estudo descritivo dos dados que inclui a análise da tendência e da sazonalidade.

2. BREVE ABORDAGEM HISTÓRICA DA TUBERCULOSE

A data mais marcante da história da tuberculose é o dia 24 de Março de 1882 quando Robert Koch, em Berlim, dava a conhecer ao Mundo que tinha identificado o microrganismo responsável pela doença, o qual ficou baptizado para a posteridade com o nome – **bacilo de Koch**.

O facto de se saber que a tuberculose era uma doença contagiosa, com elevadas taxas de incidência e de mortalidade, aliada ao facto de não existirem medidas terapêuticas eficazes, fez surgir os **sanatórios**, que rapidamente se espalharam por toda a Europa.

Só em 1913 **Albert Calmette** e **Camille Guérin** descobriram uma arma terapêutica contra a tuberculose – o bacilo de Calmette e Guérin, mais tarde conhecido apenas pelas suas iniciais – **BCG**.

Estavam reunidas as condições para a utilização da **1ª vacina contra a tuberculose**.

Em 1944 com a descoberta da **Estreptomicina** abriu-se a porta a outros antibacilares, que quando utilizados em associação permitiam a cura da tuberculose praticamente em 100% dos casos.

Nas décadas de 50, 60 e 70, com os antibacilares e melhoria das condições de vida, parecia que o problema mundial da tuberculose estava em vias de resolução. De facto, nos países mais desenvolvidos registavam-se incidências cada vez menores da doença.

Em 1985, os EUA tinham perspectivado a erradicação da tuberculose no prazo de 25 anos, no entanto, a curva de incidência conheceu uma inversão e cedo se constatou que a principal razão era a recém-chegada **epidemia por HIV**.

Tal como em todo o Mundo, a tuberculose assumiu uma incidência relevante no final do século XX em Portugal, também devido à epidemia por HIV. E desta relação perigosa vão reaparecer as formas graves de há 30 anos: a pneumonia caseosa, as cavitações múltiplas, as formas bizarras e, sobretudo, as multirresistências que marcaram a década de 90. O retorno aos tempos em que não havia fármacos activos, levando a OMS a declarar em 1993 a tuberculose como uma **Emergência Global**.

A incidência da tuberculose em doentes infectados por VIH aumentou drasticamente nos últimos anos, em especial nas últimas duas décadas.

O diagnóstico da tuberculose é fácil, embora por vezes possa exigir um grande esforço de investigação, predominantemente nos doentes com mais grave imunodepressão. Em Portugal, a tuberculose é a infecção oportunista mais frequente nos doentes de SIDA. Estima-se que 10,6% dos doentes de SIDA contraem tuberculose. Deve realçar-se a importância do rastreio da infecção HIV em todos os doentes com tuberculose e do tratamento da infecção latente.

Apesar de todos os avanços científicos e tecnológicos, de se conhecer a causa da doença há mais de um século, de dispormos de uma vacina e, sobretudo, de um tratamento eficaz e barato, no 3º milénio a **tuberculose** continua a constituir um problema grave de Saúde Pública no Mundo em vias de desenvolvimento e, ainda, em Portugal.

A transmissão do bacilo da tuberculose é conhecida desde longa data - via inalatória – e não está dependente do comportamento humano. Este aspecto releva o grave problema de Saúde Pública, com **conviventes** e comunidade a serem também alvo desse risco e, nalguns casos, motivando o rastreio obrigatório.

A vitória contra esta doença passa também por medidas contra **a marginalidade, a pobreza, o analfabetismo e o subdesenvolvimento**.

3. DADOS E METODOLOGIA

Este estudo tem por base os óbitos pela causa de morte tuberculose (causa 02 – CID 9). Os dados estatísticos foram extraídos dos verbetes de óbitos cuja fonte são as Estatísticas da Saúde do INE.

A análise concentra-se, essencialmente, nas taxas de mortalidade por tuberculose da população total, desagregada por algumas variáveis demográficas, tais como o grupo etário e a região, e outras de carácter socio-económico, como sejam a profissão e a condição perante o trabalho.

As taxas de mortalidade por tuberculose calculadas resultam da relação entre o número de óbitos por tuberculose e a população média, por cem mil habitantes.

Alguma das populações médias utilizadas são provenientes das estimativas da população residente em Portugal para os anos de 1990 a 2000 (sendo que, as estimativas de 1991 a 2000 são já ajustadas aos resultados provisórios dos Censos 2001).

Para aligeirar a análise nem sempre se menciona que os valores das taxas de mortalidade por tuberculose se referem a cem mil habitantes.

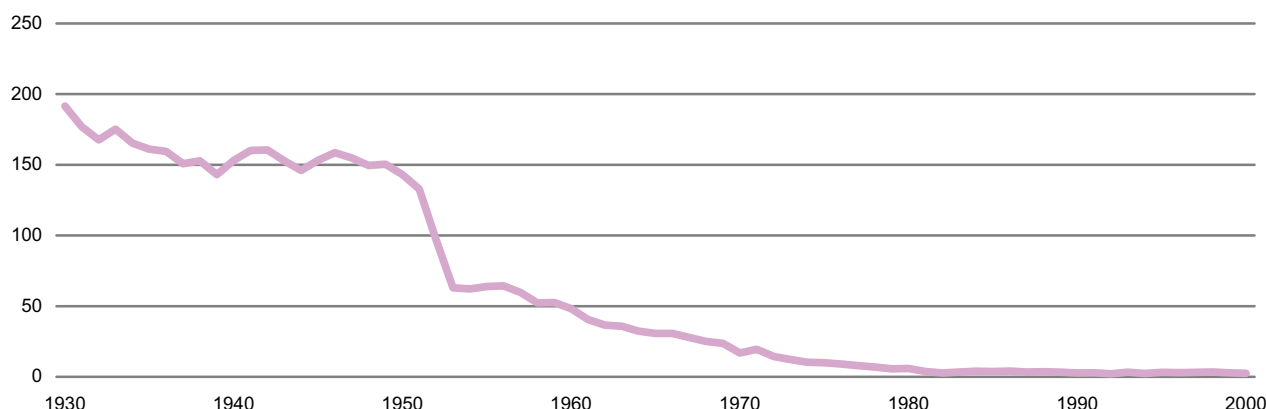
4. TENDÊNCIAS DA MORTALIDADE POR TUBERCULOSE

4.1. Evolução da mortalidade por tuberculose de 1930 a 2001

A tuberculose é uma doença bacteriana com cerca de um terço da população humana como reservatório. Esta doença infecciosa assume muita importância no que se refere ao estudo da mortalidade em Portugal no século vinte.

Figura 1

Taxas de mortalidade por tuberculose (por cem mil habitantes), Portugal, 1930-2000



Os óbitos ocorridos por tuberculose pulmonar assumiam valores muito elevados entre **1930 e 1950**.

Num país predominantemente agrícola e pouco desenvolvido, grande parte da população vivia no meio rural em condições precárias. O facto de a agricultura ser de subsistência colocava o nosso país numa situação de subdesenvolvimento.

No final dos anos trinta, surgiram algumas reformas agrícolas, em especial a campanha do trigo, que assegurava bens essenciais para os mais desfavorecidos. A tuberculose diminuiu ligeiramente na segunda metade dos anos trinta.

Os anos quarenta não foram fáceis para a economia nacional. A segunda guerra mundial afectou o nosso país de forma indirecta. A racionalização dos bens, provocada por uma brusca redução das importações, trouxe muitas dificuldades às populações agrícolas. Durante a década de 1940-1950, o número de óbitos anual por tuberculose excedeu sempre os 10000, o que não tinha acontecido nos anos trinta.

Existe, assim, uma relação óbvia entre o ciclo económico e o ciclo epidémico da tuberculose.

O período 1950-1980 assume contornos muito diferentes. Trata-se de um período favorável para a economia nacional e internacional. Os antibióticos e a melhoria das condições de vida das populações têm um impacto muito relevante nos óbitos por tuberculose. Entre 1951 e 1954, o número de óbitos por tuberculose pulmonar diminuiu cerca de 50%.

Até aos anos oitenta, a tendência do número de óbitos por tuberculose foi decrescente. Em 1980, o número de óbitos por tuberculose representava pouco mais de 5% dos ocorridos em 1950.

O período 1980-2000 é o mais interessante porque não se verifica a tendência do período anterior. O número de óbitos por tuberculose já não conhece uma redução significativa.

Nos dias de hoje, Portugal enfrenta duas epidemias de tuberculose: a que é contraída por doentes com Sida e a que é diagnosticada nas outras pessoas.

O facto de a tuberculose aparecer associada aos doentes com SIDA explica a sua maior expressão nos distritos de Lisboa, Porto, Setúbal e Faro.

A população de tuberculosos em Portugal é das mais elevadas da Europa e aproxima-se de níveis verificados em países do Terceiro Mundo.

A elevada incidência de tuberculose na população portuguesa reflecte o nosso atraso económico e social. Na verdade, trata-se de uma doença social e geograficamente localizada.

A resolução do problema da tuberculose não será fácil, no entanto, quanto maior for a informação disponível, mais vantagens existem para as populações que lidam com a doença.

5. ANÁLISE DOS DADOS

5.1. Análise descritiva

A série dos óbitos por tuberculose para o período 1930-2000 foi dividida em três séries mais curtas. A razão dessa divisão assenta na quebra de estrutura existente na série original.

Foram calculadas algumas medidas descritivas para cada um dos períodos.

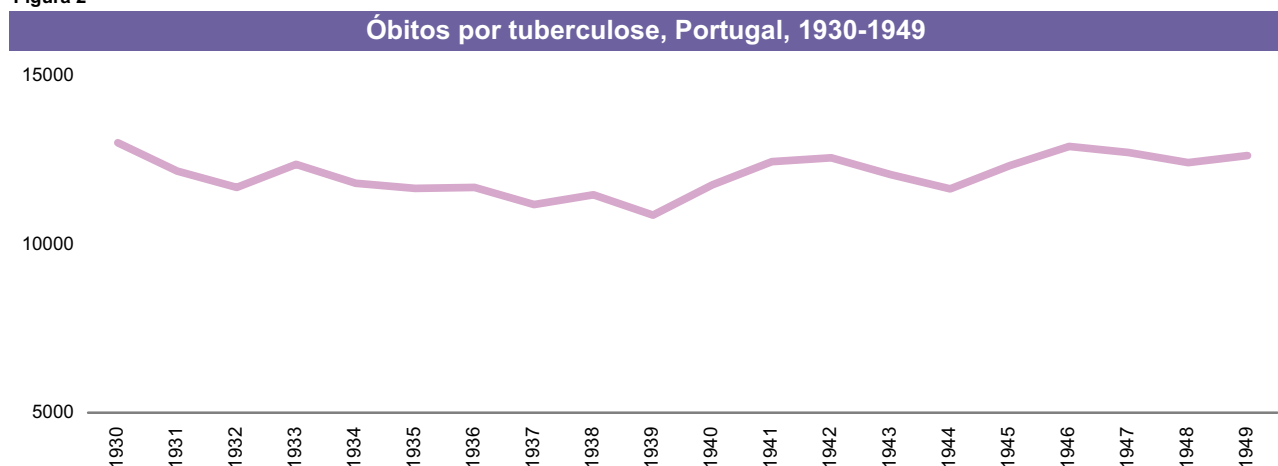
Quadro 1

Períodos	Média	Desvio padrão	Máximo	Mínimo
1930-1949	12072	567	13013	10867
1950-1979	3586	2873	12069	552
1980-2000	329	74	577	211

Os períodos representados no quadro 1 são os referidos no ponto anterior. Analisando as medidas descritivas calculadas, podemos verificar que o valor médio vai diminuindo de período para período. Quanto ao desvio padrão, é superior no segundo período por se verificar uma brusca redução da mortalidade por tuberculose entre 1950 e 1980. A comparação entre o máximo e o mínimo no período 2 reforça o referido na afirmação anterior. Nos períodos 1 e 3, os valores máximo e mínimo são próximos, o que sugere tendências constantes.

O período 1930-1949

Figura 2

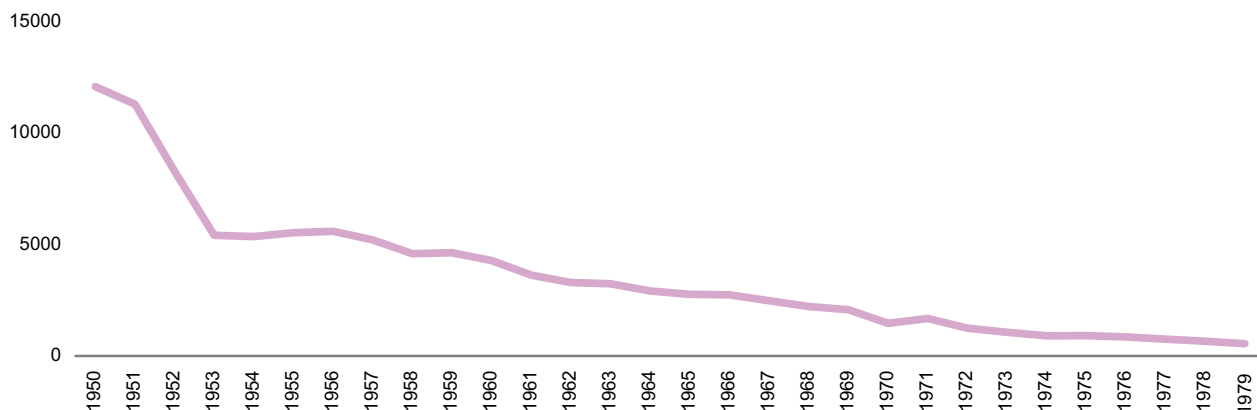


Como se pode verificar, a tendência da série neste período é praticamente constante. O valor médio atingiu os 12072 óbitos, temos assim um número de óbitos médio muito elevado, o que era característico deste período. Os valores da série variam entre 10867 (ano de 1939) e 13013 (ano de 1930). As taxas brutas de mortalidade por tuberculose decrescem neste período, porque a mortalidade por esta causa de morte não acompanhou o crescimento da população.

O período 1950-1979

Figura 3

Óbitos por tuberculose, Portugal, 1950-1979

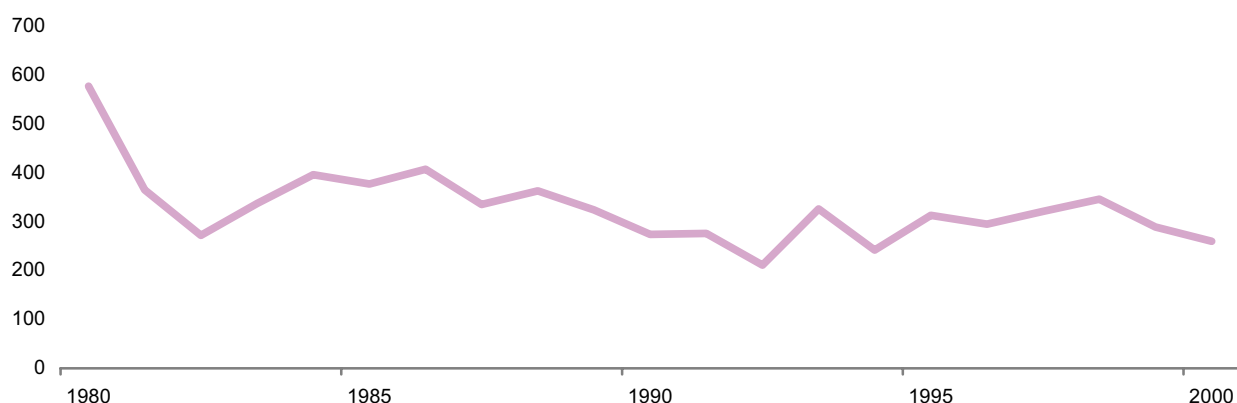


Para este período, a tendência da série é claramente decrescente. A melhoria das condições de vida e a generalização dos antibióticos reduzem os óbitos por tuberculose para metade entre 1951 e 1953. Durante este período de 30 anos, a mortalidade por esta causa de morte conheceu reduções muito significativas. O valor máximo é atingido em 1950 (12069 óbitos) e o valor mínimo é alcançado em 1979 (552 óbitos). Deste modo, existe um comportamento estritamente decrescente das taxas brutas de mortalidade por esta doença.

O período 1980-2000

Figura 4

Óbitos por tuberculose, Portugal, 1980-2000

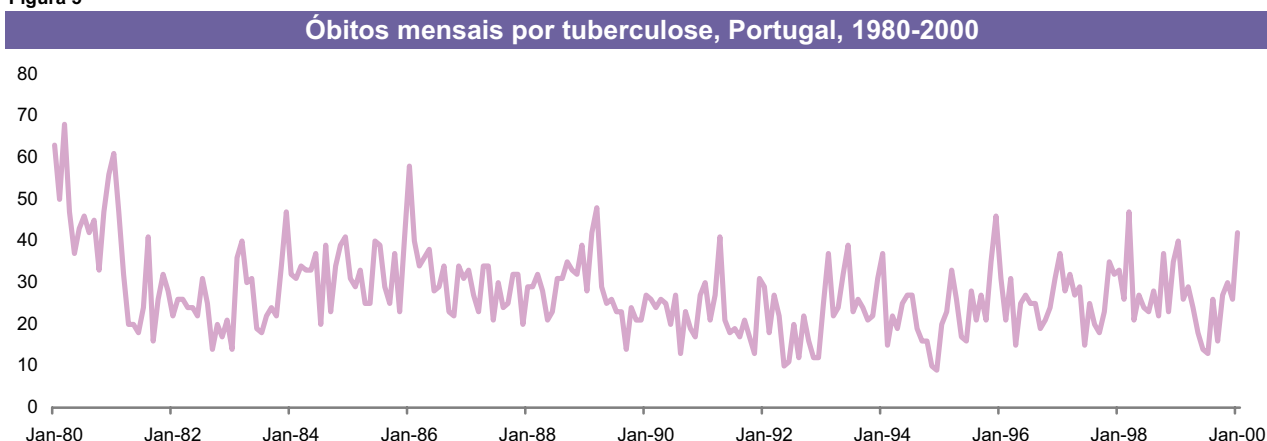


No início da década de oitenta, a série tem uma quebra de estrutura. A tendência deixa de ser decrescente, passando a assumir um comportamento constante. O valor médio é de 529 e o desvio padrão é relativamente baixo quando comparado com o obtido nos períodos anteriores.

O valor máximo é atingido em 1980 (577 óbitos) e o valor mínimo é alcançado em 1992 (211 óbitos). É curioso verificar que no ano de 1982, atingiu-se o valor mínimo da década de oitenta. Entre 1982 e 1990, os valores inverteram-se e assumiram uma tendência ligeiramente crescente que pode, em parte, ser explicada pelo HIV.

5.2. Análise da tendência e sazonalidade para o período 1980-2000

Figura 5



A análise da Figura 1 permite verificar que a tendência dos óbitos por tuberculose tem diminuído muito pouco. Um modelo com uma tendência decrescente amortecida parece adequado a este caso. A tendência decrescente da mortalidade por esta causa de morte, que se verificou entre 1950 e 1982, não se manteve porque existe uma parte da população que está e continuará a estar exposta à tuberculose. A toxicodependência e a forte incidência de HIV no nosso país podem explicar a quebra de estrutura verificada no início dos anos oitenta.

Em relação à sazonalidade, o mês em que ocorrem mais óbitos por tuberculose é Janeiro. A mortalidade por esta causa de morte é mais baixa nos meses de Verão. A explicação da sazonalidade associada à mortalidade por tuberculose prende-se com o facto de no Inverno os doentes não resistirem à doença.

5.3. Modelo Sarima para o período 1980-2000

O modelo multiplicativo integrado sazonal subjacente à metodologia de Box Jenkins é um dos modelos mais utilizados para descrever o comportamento de séries cronológicas.

Considerando X_t , o número de óbitos por tuberculose em t , com t entre 1980:01 e 2000:12.

De seguida vamos descrever a metodologia de Box e Jenkins para o presente estudo.

Identificação

Antes de identificar um modelo é necessário analisar o gráfico da série original. Podemos verificar que a série não é estacionária.

Sabe-se da teoria das sucessões cronológicas que uma sucessão é estacionária se:

- Apresenta tendência neutra.
- Não apresenta movimentos estritamente periódicos.
- A variância encontra-se estabilizada ao longo do período de observação.

A análise do cronograma da figura 5 permite-nos observar que a série original:

- Apresenta uma tendência ligeiramente decrescente.
- Apresenta movimentos estritamente periódicos.
- Caracteriza-se por uma variância não estabilizada ao longo do período de observação.

Para estacionarizar a sucessão foram feitas duas transformações:

- 1) Uma diferenciação sazonal para eliminar os movimentos sazonais estritamente periódicos.
- 2) Uma transformação de Box Cox com $I=0$ para estabilizar a variância.

O software Eviews permite-nos obter o correlograma da série transformada, sendo a partir da análise das funções de autocorrelação e de autocorrelação parcial que se identifica um modelo.

Foi identificado o seguinte modelo:

$$(1-f_1L) \cdot (1-j_1L^{12}-j_2L^{24}) \cdot (1-L^{12})\ln X_t = (1+q_3L^3)e_t$$

em que $S=12$ é o período de sazonalidade, e_t é um ruído branco, $f_p(L)$ e $q_q(L)$ são polinómios finitos no operador de desfasamento L e são definidos da seguinte forma:

$$f_p(L) = 1-f_1L-f_2L^2-\dots-f_pL^p$$

$$q_q(L) = 1+q_1L+q_2L^2+\dots+q_qL^q$$

O polinómio $j_p(L^S)$ é um polinómio finito no operador de desfasamento L^S e tem a definição que se segue:

$$j_p(L^S) = 1-j_1L^S-\dots-j_pL^{pS}$$

O modelo identificado é um SARIMA(1,0,3)(2,1,0)₁₂

Estimação

Quadro 2

Estimação do modelo				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.345782	0.063281	5.464274	0.0000
SAR(12)	-0.736861	0.064325	-11.45533	0.0000
SAR(24)	-0.299795	0.062398	-4.804558	0.0000
MA(3)	0.176330	0.068657	2.568286	0.0109
R-squared	0.477196	Mean dependent var		-0.003316
Adjusted R-squared	0.469763	S.D. dependent var		0.427839
S.E. of regression	0.311541	Akaike info criterion		0.523861
Sum squared resid	20.47925	Schwarz criterion		0.586570
Log likelihood	-52.31501	Durbin-Watson stat		2.003452

Quadro 3

Matriz de correlações				
	AR(1)	SAR(12)	SAR(24)	MA(3)
AR(1)	1	-0.09	-0.06	-0.14
SAR(12)	-0.09	1	0.56	-0.01
SAR(24)	-0.06	0.56	1	-0.03
MA(3)	-0.14	0	-0.03	1

Avaliação do diagnóstico

Tendo em conta os diferentes aspectos da avaliação do diagnóstico, a análise destes resultados permite concluir o seguinte:

1. As Estimativas são significativamente diferentes de zero. ($t > 2$)
2. As correlações entre os estimadores apresentam valores inferiores a 0,7, podendo considerar-se o modelo como estável.
3. A hipótese nula do teste de Box-Pierce é aceite com um p_value de 0,637%, podendo considerar-se a FAC residual globalmente nula.

4. A FACP residual toma, em geral, valores compreendidos entre os respectivos limites críticos.

6. MODELO ECONOMÉTRICO PARA A TAXA BRUTA DE MORTALIDADE POR TUBERCULOSE

6.1. Conjuntura Económica e sua influência nos óbitos por tuberculose

Conjuntura económica é a sucessão de movimentos cíclicos que caracterizam uma economia num dado período. Estes movimentos são definidos a partir de indicadores económicos como o PIB, os salários, os preços, as produções, etc..

De uma forma geral, os movimentos conjunturais podem ser de expansão ou contracção. Existe a percepção de que a mortalidade por tuberculose num país é influenciada pela conjuntura económica.

Se a situação for de contracção e de depressão, teremos mais pobreza e, conseqüentemente, uma parte da população ficará exposta à tuberculose.

Deste modo, criou-se um modelo econométrico com o objectivo de verificar de que forma o PIB per capita está relacionado com os óbitos por tuberculose.

É de referir que a escolha desta variável foi feita por duas razões:

- 1)O facto de estarmos a explicar a taxa bruta de mortalidade por tuberculose sugere que utilizemos variáveis económicas per capita.
- 2)O PIB é um indicador que, apesar de sintético, segue de perto os movimentos conjunturais.

A interpretação deste modelo terá de ser feita tendo em conta as seguintes situações:

- 1)Assume-se que o efeito do PIB per capita influencia a mortalidade por tuberculose no ano t . Desta forma, a relação entre a mortalidade por tuberculose e o PIB per capita é contemporânea.
- 2)As interpretações do modelo são válidas apenas para o período observado.

É necessário referir que a relação entre a mortalidade por tuberculose pode estar relacionada com indicadores de conjuntura económica observados até 2 anos antes, no entanto, se analisarmos o modelo SARIMA da secção anterior, podemos verificar que o efeito de desfasamento é pouco significativo a partir dos 12 meses.

O período em análise é 1980-1995. Não foram incluídas as observações entre 1950 e 1980 porque neste período a mortalidade por tuberculose era explicada, essencialmente, por razões médicas. A não inclusão das observações após o ano de 1995 prende-se com o facto de, nos últimos anos, o comportamento da tuberculose estar muito associado ao HIV.

A concepção de um modelo que considerasse simultaneamente variáveis económicas e de saúde não foi possível, pois surgem sempre problemas na especificação dos modelos. A solução consiste em criar um modelo econométrico simples e bem especificado.

6.2. Apresentação das séries utilizadas

Figura 6

Taxas de mortalidade por tuberculose (por cem mil habitantes), Portugal, 1980-1995

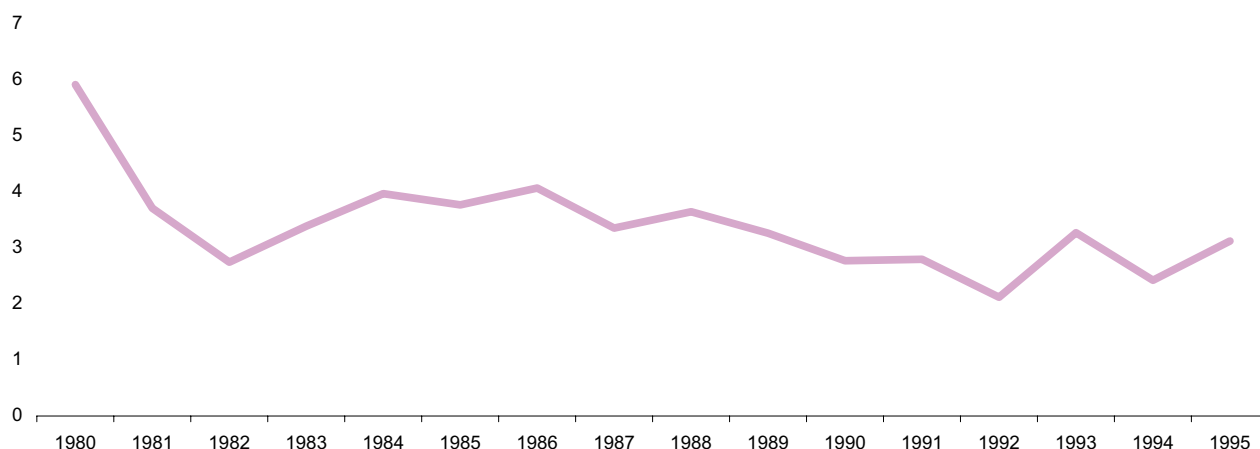
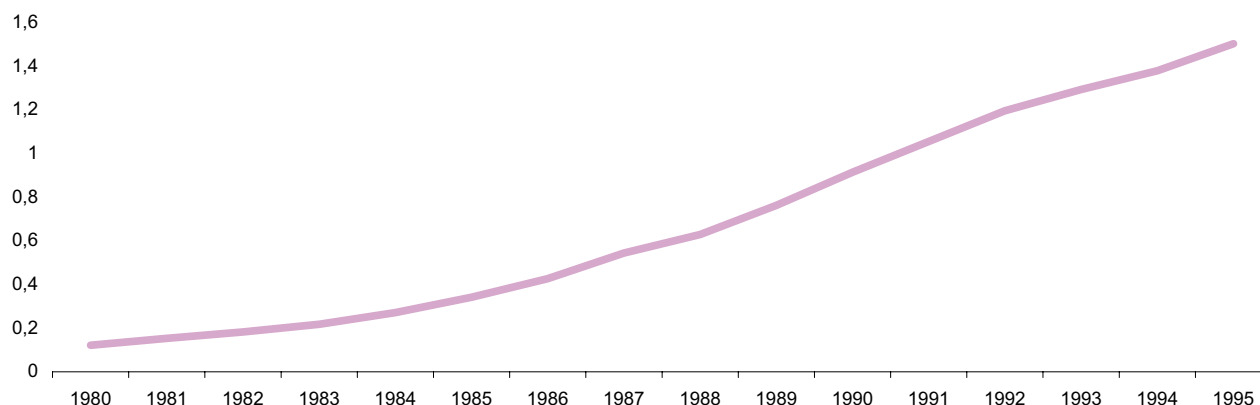


Figura 7

Produto Interno Bruto por Habitante, Portugal, 1980-1995



Os valores das taxas brutas de mortalidade foram multiplicados por 1000. Esta taxa dá-nos o número de óbitos por tuberculose ocorridos durante um ano por cada milhar de indivíduos.

Os valores do Produto Interno Bruto por Habitante estão descritos em Euros.

Podemos verificar que a série das taxas brutas de mortalidade por tuberculose apresenta uma tendência ligeiramente decrescente no período 1980-1995. Para os anos 1996 e seguintes, o comportamento da série parece ser sinusoidal e torna-se muito difícil de explicar através de um modelo.

Em relação à série do Produto Interno Bruto por habitante, podemos verificar uma tendência crescente do tipo exponencial.

6.3. Apresentação do modelo

Neste modelo, a variável dependente é a Taxa Bruta de Mortalidade por Tuberculose (**TBMT**). Esta taxa dá-nos o número de óbitos por tuberculose ocorridos durante um certo período de tempo por cada indivíduo. Assim, em termos anuais, a $TBMT_t$ é dada por:

Número de óbitos por tuberculose no ano t
Estimativa para a população média no ano t

O indicador de conjuntura económica utilizado no modelo é o Produto Interno Bruto por habitante(**PIBH**). Assim, em termos anuais, o PIBH_t é dado por:

Produto Interno Bruto no ano t
Estimativa para a população média no ano t

Escrevendo o modelo, temos:

$$TBMT_t = a + b \cdot PIBH_t \quad t = 1980, \dots, 1995$$

Este modelo poderá ser criticado pela sua simplicidade. Na verdade, a inclusão de pelo menos dois indicadores explicativos seria plausível, no entanto, sempre que se testa um modelo mais complicado, surgem problemas de especificação. Desta forma, todas as interpretações terão de ser feitas tendo em conta as características do modelo escolhido.

6.4. Estimação e interpretação do modelo

Quadro 4

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	41.54256	3.173303	13.09127	0.0000
PIBH	-0.002223	0.000768	-2.893181	0.0118
R-squared	0.374176		Mean dependent var	33.92812
Adjusted R-squared	0.329474		S.D. dependent var	8.660391
S.E. of regression	7.091618		Akaike info criterion	6.872173
Sum squared resid	704.0746		Schwarz criterion	6.968746
Log likelihood	-52.97738		F-statistic	8.370498
Durbin-Watson stat	1.478477		Prob(F-statistic)	0.011800

O método de estimação utilizado foi o dos mínimos quadrados. O modelo estimado é dado por:

$$TBMT_t = 41,54 - 0,002223 \cdot PIBH_t \quad t = 1980, \dots, 1995$$

O coeficiente do Produto Interno Bruto por Habitante apresenta um sinal negativo, mostrando que, para este período, uma situação económica favorável pode estar associada a uma redução da mortalidade por tuberculose.

O comportamento da mortalidade por tuberculose tem sofrido uma transformação vincada na última década, deste modo, a interpretação do modelo para os anos 1996 e seguintes não é válida. De seguida são discutidos os resultados de alguns testes importantes.

Teste RESET

Quadro 5

Ramsey RESET Test:				
F-statistic	0.932131	Probability		0.351928
Log likelihood ratio	1.107974	Probability		0.292523
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-105.9979	152.8504	-0.693474	0.5002
PIBH	0.010654	0.013359	0.797458	0.4395
FITTED^2	0.087849	0.090991	0.965469	0.3519
R-squared	0.416047		Mean dependent var	33.92812
Adjusted R-squared	0.326208		S.D. dependent var	8.660391
S.E. of regression	7.108870		Akaike info criterion	6.927924
Sum squared resid	656.9684		Schwarz criterion	7.072785
Log likelihood	-52.42339		F-statistic	4.631025
Durbin-Watson stat	1.531695		Prob(F-statistic)	0.030301

Os resultados do teste RESET mostram que o modelo está bem especificado. A hipótese nula associada é aceite, ou seja, o coeficiente do "FITTED^2" não é estatisticamente significativo.

Teste de autocorrelação de Breusch-Godfrey

Quadro 6

Teste de autocorrelação de Breusch-Godfrey				
F-statistic	0.333256	Probability	0.723012	
Obs*R-squared	0.841920	Probability	0.656416	
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.210435	3.353230	0.062756	0.9510
PIBH	-8.32E-05	0.000820	-0.101453	0.9209
RESID(-1)	-0.027545	0.292350	-0.094218	0.9265
RESID(-2)	-0.237597	0.292369	-0.812661	0.4322

Podemos verificar que a hipótese de inexistência de autocorrelação é aceite. Sendo assim, os erros não se comportam como um processo autoregressivo. Os bons resultados obtidos nos testes de RESET e de Breusch-Godfrey conferem consistência aos estimadores dos mínimos quadrados. Desta forma, os procedimentos de inferência serão válidos para a amostra considerada.

Quadro 7

Anos	Actual	Fitted	Residual
1980	59.0809	40.1914	18.8895
1981	37.0503	39.8447	-2.79436
1982	27.4428	39.5153	-12.0725
1983	33.8540	39.1302	-5.27621
1984	39.6427	38.5323	1.11036
1985	37.6570	37.7544	-0.09737
1986	40.6566	36.8148	3.84180
1987	33.5194	35.5137	-1.99428
1988	36.4158	34.5722	1.84362
1989	32.6042	33.0928	-0.48864
1990	27.6807	31.4071	-3.72636
1991	27.9602	29.8470	-1.88682
1992	21.1791	28.2855	-7.10646
1993	32.6856	27.2060	5.47956
1994	24.2053	26.2574	-2.05204
1995	31.2154	24.8852	6.33018

7. MODELO QUE RELACIONA A MORTALIDADE POR TUBERCULOSE COM O HIV

7.1. O HIV e a sua influência nos óbitos por tuberculose

A mortalidade por tuberculose não tem diminuído, em Portugal, nos últimos anos. Uma das causas para tal ocorrência é o HIV.

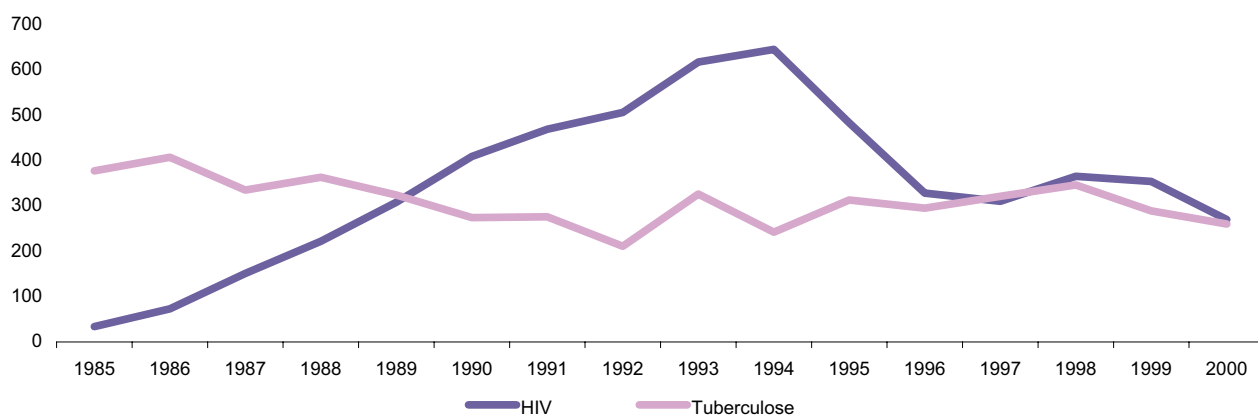
Deste modo, criou-se um modelo que relaciona o número de indivíduos infectados com HIV com os óbitos por tuberculose.

O período considerado é 1985:2000. A não inclusão das observações anteriores a 1985 deve-se ao facto de o HIV não ter muita incidência no início da década de oitenta.

7.2. Apresentação das séries utilizadas

Figura 8

Número de Infectados com o Vírus da Imunodeficiência (HIV) e Óbitos por tuberculose Portugal, 1985-2000



A forma utilizada para obter os valores da série da figura 9 é dada por:

[* Filter does not support this file format | In-line.TIF *]
$$HIV_t = INF_{t-1} + INF_t - O_t \quad \text{se} \quad t = 1985$$

$$HIV_t = HIV_{t-1} + INF_t - O_t \quad \text{se} \quad t = 1986, \dots, 2000.$$

Notação:

INF_t - Número de indivíduos infectados no ano t .

HIV_t - Número de indivíduos infectados por HIV até ao ano t , incluindo t .

O_t - Número de óbitos por HIV no ano t .

Desta forma, a série representada na figura 9 corresponde ao número de indivíduos infectados com HIV até ao ano t , incluindo t .

O número de indivíduos infectados com HIV é crescente entre 1985 e 1994. A partir de 1995, a tendência passa a ser decrescente e é caracterizada por uma estabilização nos últimos anos.

Em relação à série dos óbitos por tuberculose, podemos verificar uma tendência ligeiramente decrescente entre 1985 e 1992 e constante a partir de 1992.

7.3. Apresentação do modelo

Neste modelo, a variável dependente é o número de óbitos por tuberculose ($OTUB_t$). A variável explicativa é o número de indivíduos infectados com HIV até ao ano t (HIV_t).

Escrevendo o modelo, temos:

$$OTUB_t = a + b \cdot HIV_t \quad t = 1985, \dots, 2000$$

Este modelo poderá dar-nos alguma informação sobre a influência que o HIV tem na mortalidade por tuberculose. Se o modelo estiver bem especificado e a autocorrelação não for significativa, será possível tirar algumas conclusões válidas a partir dos resultados da estimação.

7.4. Estimação e interpretação do modelo

Quadro 8

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	379.8989	21.73040	17.48237	0.0000
HIV	-0.201909	0.056321	-3.584957	0.0030
R-squared	0.478622	Mean dependent var		309.9375
Adjusted R-squared	0.441381	S.D. dependent var		51.15528
S.E. of regression	38.23388	Akaike info criterion		10.24179
Sum squared resid	20465.62	Schwarz criterion		10.33836
Log likelihood	-79.93432	F-statistic		12.85192
Durbin-Watson stat	2.325082	Prob(F-statistic)		0.002986

O método de estimação utilizado foi o dos mínimos quadrados. O modelo estimado é dado por:

$$OTUB_t = 379,9 - 0,201909 \cdot HIV_t \quad t = 1985, \dots, 2000$$

O coeficiente do HIV_t apresenta um sinal negativo, mostrando que, para este período, o aumento do número de infectados por HIV pode estar associado a uma redução no número de óbitos por tuberculose.

Sabe-se que uma redução do número de óbitos por HIV contribui para o aumento da variável HIV_t . Desta forma, o aumento de HIV_t pode significar menos óbitos por HIV e, como a tuberculose é uma doença oportunista, menos óbitos por tuberculose.

A evolução dos tratamentos para o HIV levará a que os indivíduos infectados tenham uma esperança de vida mais longa. É possível que o número de indivíduos infectados não diminua e que a mortalidade por HIV diminua substancialmente. A redução da mortalidade por HIV pode significar menor mortalidade por tuberculose.

No caso português, o número de infectados não tem aumentado muito nos últimos anos. A mortalidade por HIV é muito elevada e, consequentemente, o número de óbitos por tuberculose também apresenta valores elevados.

De seguida são discutidos os resultados de alguns testes importantes.

Teste RESET

Os resultados do teste RESET mostram que o modelo está bem especificado. A hipótese nula associada é aceite, ou seja, o coeficiente do “FITTED^2” não é estatisticamente significativo.

Quadro 10

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:				
F-statistic	0.735214	Probability		0.499803
Obs*R-squared	1.746556	Probability		0.417580
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	8.654956	24.80929	0.348859	0.7332
HIV	-0.017156	0.062077	-0.276366	0.7870
RESID(-1)	-0.432129	0.359427	-1.202270	0.2524
RESID(-2)	-0.178194	0.379513	-0.469532	0.6471

Podemos verificar que a hipótese de inexistência de autocorrelação é aceite. Sendo assim, os erros não se comportam como um processo autoregressivo.

Os bons resultados obtidos nos testes de RESET e de Breush-Godfrey conferem consistência aos estimadores dos mínimos quadrados. Desta forma, os procedimentos de inferência serão válidos para a amostra considerada.

Quadro 11

Anos	Actual	Fitted	Residual
1980	377.000	373.034	3.96597
1981	407.000	365.160	41.8404
1982	335.000	349.411	-14.4107
1983	363.000	335.075	27.9248
1984	324.000	317.711	6.28901
1985	274.000	297.318	-23.3182
1986	276.000	285.204	-9.20366
1987	211.000	277.733	-66.7330
1988	326.000	255.321	70.6789
1989	242.000	249.668	-7.66770
1990	313.000	282.377	30.6231
1991	295.000	313.673	-18.6728
1992	321.000	317.307	3.69283
1993	346.000	306.202	39.7978
1994	289.000	308.423	-19.4232
1995	260.000	325.384	-65.3835

8. CONCLUSÕES

O objectivo deste estudo foi analisar o comportamento da mortalidade por tuberculose para o caso português no período 1930-2000. A concepção de modelos estatísticos que expliquem a mortalidade por esta causa foi o contributo mais relevante do presente artigo.

Os resultados obtidos permitem concluir que a mortalidade por tuberculose diminuí quando a conjuntura económica é favorável, isto para o período 1980:1995. A a partir de 1995, a mortalidade por tuberculose não diminuí apesar de os indicadores económicos evoluírem positivamente.

A relação entre a mortalidade por tuberculose e o HIV é muito significativa para o período 1985: 2000. O HIV pode explicar a elevada mortalidade por tuberculose acompanhada de uma situação económica favorável.

A análise mais profunda do fenómeno da tuberculose através de modelos estatísticos seria interessante.

O estudo da tuberculose como doença oportunista em relação ao HIV é interessante. O facto de a tuberculose ser uma das doenças oportunistas mais frequentes pode ser um ponto de partida para criar um modelo cujos resultados obtidos sejam válidos numa perspectiva de longo prazo.

9. Bibliografia

Murteira, B. J. F., D. A. Müller e K. F. Turkman; *Análise de Sucessões Cronológicas*, McGraw-Hill, Lisboa, 1993.

Box, G. E. P. e G. M. Jenkins; *Time Series Analysis Forecasting and Control*, 2ª ed., Holden-Day, San Francisco, 1976.

Greene, W. H. , *Econometric Analysis*, Prentice Hall, 4th ed.

Instituto Nacional de Estatística. *Anuários Demográficos e Estatísticas da Saúde* (vários anos), INE, Lisboa

Johnston, J. e J. Dinardo (1997), *Econometric Methods*, McGraw-Hill, 4th ed.