

DOCUMENTO METODOLÓGICO

VERSÃO 2.0

Designação da operação estatística: Projeções de População Residente

Sigla da operação estatística:

Código da operação estatística: 115

Código SIGINE*: DM0020

Código da atividade estatística - CGA*: 244

Código de versão do DMET: 2.0

Data de entrada em vigor da versão do DMET: Março 2014

Data da última atualização do DMET: Outubro 2014

Entidade responsável pela operação estatística: INE/DES/DM

* - Para uso exclusivo nas operações da responsabilidade do INE.

ÍNDICE

I. IDENTIFICAÇÃO DA OPERAÇÃO ESTATÍSTICA

- ☞ I. 1 Designação da operação estatística
- ☞ I. 2 Sigla (ou abreviatura) da operação estatística
- ☞ I. 3 Código da operação estatística
- ☞ I. 4 Código SIGINE (modelo estatístico)
- ☞ I. 5 Código da Atividade Estatística
- ☞ I. 6 Código de Versão do Documento Metodológico
- ☞ I.7 Data de entrada em vigor da versão do Documento Metodológico
- ☞ I.8 Data da última atualização do Documento Metodológico
- ☞ I.9 Entidade responsável pela operação estatística
- ☞ I.10. *Outras Entidades Externas relacionadas com a operação estatística*

II. JUSTIFICAÇÃO PARA UMA NOVA VERSÃO DO DOCUMENTO METODOLÓGICO

III. IDENTIFICAÇÃO DAS NECESSIDADES, OBJETIVOS E FINANCIAMENTO

- ☞ III.1 Contexto da operação estatística
- ☞ III.2 Identificação das necessidades de informação estatística que justificam a operação
- ☞ III.3 Objetivos da operação estatística
- ☞ III.4 Financiamento da operação estatística

IV. CARACTERIZAÇÃO GERAL

- ☞ IV.1 Tipo de operação estatística
- ☞ IV.2 Tipo de fonte (s) de informação utilizada (s) na operação estatística
- ☞ IV.3 Periodicidade da operação estatística
- ☞ IV.4 Âmbito geográfico da operação estatística
- ☞ IV.5 Principais utilizadores da informação
- ☞ IV.6 Difusão
 - IV.6.1 Padrão de disponibilização da informação
 - IV.6.2 Revisões
 - IV.6.3 Produtos de difusão regular

V. CARACTERIZAÇÃO METODOLÓGICA

- ☞ V.1 População-alvo
- ☞ V.2 Base de amostragem
- ☞ V.3 Unidade (s) estatística (s) de observação
- ☞ V.4 Desenho da amostra
 - V.4.1 Características da amostra
 - V.4.2. Metodologia para a seleção, distribuição, atualização e dimensionamento da amostra
- ☞ V.5 Construção do (s) questionário (s)
 - V.5.1 Testes de pré-recolha efetuados ao (s) questionário (s)
 - V.5.2 Tempo médio de preenchimento do (s) questionário (s)
- ☞ V.6 Recolha de dados
 - V.6.1 Recolha direta de dados
 - V.6.1.1 Período (s) de recolha
 - V.6.1.2 Método (s) de recolha
 - V.6.1.3 Critério para o fecho da recolha
 - V.6.1.4 Possibilidade de inquirição Proxy
 - V.6.1.5 Sessões Informativas
 - V.6.2 Recolha não-direta de dados
- ☞ V.7 Tratamento de dados

- V. 7.1 Validação e análise
- V.7.2 Tratamento de não respostas
- V.7.3 Obtenção de resultados
- V.7.4 Ajustamentos dos dados
- V.7.5 Comparabilidade e coerência
- V.7.6 Confidencialidade dos dados

VI. SUPORTES DE RECOLHA E VARIÁVEIS DE OBSERVAÇÃO

VII. VARIÁVEIS DERIVADAS

VIII. INDICADORES A DISPONIBILIZAR

IX. CONCEITOS

X. CLASSIFICAÇÕES

XI. SIGLAS E ABREVIATURAS

XII. BIBLIOGRAFIA

I. IDENTIFICAÇÃO DA OPERAÇÃO ESTATÍSTICA

☞ I. 1 Designação da operação estatística

Projeções de População Residente

☞ I. 2 Sigla (ou abreviatura) da operação estatística

Não aplicável.

☞ I. 3 Código da operação estatística

115

☞ I. 4 Código SIGINE (modelo estatístico)

DM0020

☞ I. 5 Código da Atividade Estatística

31 – População, 314 – Estatísticas de Síntese Demográfica, 244 - Projeções Demográficas

☞ I. 6 Código de Versão do Documento Metodológico

2.0

☞ I.7 Data de entrada em vigor da versão do Documento Metodológico

Março de 2014

☞ I.8 Data da última atualização do Documento Metodológico

Outubro de 2014

☞ ***1.9 Entidade responsável pela operação estatística***

INE

- **Unidade Orgânica (UO):** INE/DES/DM
 - Técnico responsável:
Nome: Maria da Graça Magalhães
Telefone: 00351 218 426 100
E-mail: mgraca.magalhaes@ine.pt
 - Técnico responsável:
Nome: Edviges Coelho
Telefone: +351 218 426 100
E-mail: edviges.coelho@ine.pt

☞ ***1.10 Outras Entidades Externas relacionadas com a operação***

Não aplicável.

II. JUSTIFICAÇÃO PARA UMA NOVA VERSÃO DO DOCUMENTO METODOLÓGICO

Assinalar uma cruz (X) nos quadrados correspondentes (resposta múltipla):

Nova versão:

- Alteração de variáveis de observação ☐
- Alteração de conceitos ☐
- Alteração de classificações ☐
- Alteração de produtos de difusão ☐
- Alteração de fontes estatísticas ☐
- Alteração do método de recolha ☐
- Alteração de âmbito na população ☐
- Alteração do desenho amostral ☐
- Outros motivos ☒
 - Especificar: Alterações dos procedimentos metodológicos inerentes aos modelos de projeção das componentes de variação da população.

III. IDENTIFICAÇÃO DAS NECESSIDADES, OBJETIVOS E FINANCIAMENTO

☞ III.1 Contexto da operação estatística

A operação estatística “Projeções de População Residente” é um estudo estatístico, que com base na análise da evolução passada das componentes de dinâmica demográfica, na respetiva modelação, extrapolação e avaliação subjetiva dos resultados - *expert judgement* -, permite formular hipóteses sobre a evolução futura das componentes de variação da população e, com base na combinação dessas hipóteses, delinear cenários demográficos futuros para a população.

As projeções de população residente são de importância fundamental para a definição das políticas públicas e constituem instrumentos valiosos para o planeamento, tanto público como privado, viabilizando análises prospetivas da procura por serviços públicos, para além de serem indispensáveis para o estudo de determinados segmentos da população para os quais são formuladas políticas específicas, com a população mais idosa, jovens e crianças, bem como para o setor privado no que respeita no dimensionamento dos mercados.

À semelhança de exercícios anteriores, as projeções de população residente por idades e sexo para Portugal e regiões NUTS II, para o período de projeção 2012 – 2060, são produzidas utilizando o método das componentes. Na aplicação deste método, são definidas hipóteses sobre os níveis futuros da fecundidade, mortalidade e migrações, procedendo-se, de acordo com essas hipóteses, à atualização sucessiva dos efetivos populacionais, por idade e sexo, até atingir o último ano do período de projeção.

No presente exercício, face às novas tendências demográficas, foram revistos e melhorados os procedimentos metodológicos adotados na formulação das hipóteses e na modelização e extrapolação das tendências futuras da fecundidade, mortalidade e migrações.

☞ III. 2 Identificação das necessidades de informação estatística que justificam a operação

Assinalar uma cruz (X) nos quadrados correspondentes (resposta múltipla):

- **Necessidades** resultantes de **obrigações legais**:

- Legislação comunitária

Especificar: _____

☐

- Compromissos perante organizações internacionais

Especificar: _____

☐

- Legislação nacional

Especificar: _____

☐

- **Pedido direto de informação** por parte do/de:
 - Entidades públicas nacionais ☐
 - Entidades comunitárias
 - Programa Estatístico Europeu (PEE) ☐
 - Acordo informal (“Acordo de Cavalheiros”) ☐
 - Entidades privadas, nacionais ou estrangeiras ☐

 Especificar: _____
 - Conselho Superior de Estatística (Recomendações, p.ex.) ☐

 Especificar: _____
- Resultado de **inquéritos** às necessidades dos utilizadores ☐
- Necessidades de informação de **outras operações estatísticas** ☐
- Contrato/**Protocolo** específico com Entidade externa ☐
- Outras necessidades ☒
 - Especificar: Necessidades de informação relativas a cenários futuros de evolução da população. As projeções de população constituem uma base racional para a tomada de decisão informada nos sectores público e privado, nomeadamente no planeamento de infraestruturas (escolas, centros de saúde, lares de idosos e outros equipamentos), na definição de políticas (por exemplo, relativas às pensões e reformas). São também amplamente utilizadas pelos investigadores para aferir o impacto dos cenários demográficos na sociedade, economia, ambiente, etc.

☞ **III.3 Objetivos da operação estatística**

A operação estatística “Projeções de População Residente” tem como principal objetivo estimar e disponibilizar valores projetados para a população por idades e sexo, para Portugal e regiões NUTS II, para um conjunto de cenários prováveis de evolução da população.

O ano base da projeção é o ano de 2012, correspondendo o horizonte de projeção ao período 2013 – 2060.

☞ **III.4 Financiamento da operação estatística**

Assinalar uma cruz (X) nos quadrados correspondentes (resposta única):

- Financiamento total:
 - da Entidade responsável ☒
 - da União Europeia (EUROSTAT) ☐
 - de outra Entidade ☐
 - Especificar: _____
- Cofinanciamento:
 - Entidade responsável e União Europeia ☐
 - Entidade responsável e outra Entidade (nacional ou externa à União Europeia) ☐
 - Especificar: _____

IV. CARACTERIZAÇÃO GERAL

☞ IV.1 Tipo de operação estatística

Assinalar uma cruz (X) nos quadrados correspondentes (resposta única):

• Inquérito amostral	<input type="checkbox"/>
• Recenseamento	<input type="checkbox"/>
• Estudo estatístico	<input checked="" type="checkbox"/>

☞ IV.2 Tipo de fonte(s) de informação utilizada(s) na operação estatística

Assinalar uma cruz (X) nos quadrados correspondentes (resposta múltipla):

• Fonte Direta	<input type="checkbox"/>
• Fonte Não-direta	
○ Fonte administrativa	<input type="checkbox"/>
○ Outra operação estatística	<input checked="" type="checkbox"/>
○ Outra	<input type="checkbox"/>
• Especificar: _____	

☞ IV.3 Periodicidade da operação estatística

Assinalar uma cruz (X) nos quadrados correspondentes (resposta única):

• Mensal	<input type="checkbox"/>
• Trimestral	<input type="checkbox"/>
• Semestral	<input type="checkbox"/>
• Anual	<input type="checkbox"/>
• Bienal	<input type="checkbox"/>
• Trienal	<input type="checkbox"/>
• Quadrienal	<input type="checkbox"/>
• Quinquenal	<input type="checkbox"/>
• Decenal	<input type="checkbox"/>
• Não periódico	<input checked="" type="checkbox"/>
• Outra	<input type="checkbox"/>
Especificar: _____	

☞ IV.4 Âmbito geográfico da operação estatística

Assinalar uma cruz (X) nos quadrados correspondentes (resposta múltipla):

• Continente	<input type="checkbox"/>
• Região Autónoma da Madeira	<input type="checkbox"/>
• Região Autónoma dos Açores	<input type="checkbox"/>
• País	<input checked="" type="checkbox"/>
• Outro	<input type="checkbox"/>
Especificar: _____	

☞ IV. 5 Principais utilizadores da informação

Assinalar uma cruz (X) nos quadrados correspondentes (resposta múltipla):

Utilizadores do Sistema Estatístico Nacional	
○ INE	<input checked="" type="checkbox"/>
○ Banco de Portugal	<input type="checkbox"/>
○ Direção Regional de Estatística da Madeira	<input type="checkbox"/>
○ Serviço Regional de Estatística dos Açores	<input type="checkbox"/>
○ Entidades com delegação de competências	<input type="checkbox"/>
Especificar: _____	
Outros utilizadores nacionais	<input checked="" type="checkbox"/>
Especificar: Administração Central, Regional e Local	
Utilizadores Comunitários e outros Internacionais	<input type="checkbox"/>

☞ IV.6 Difusão

○ IV.6.1 Padrão de disponibilização da informação

Não aplicável.

○ IV.6.2 Revisões

Não aplicável.

○ IV.6.3 Produtos de difusão regular

Não aplicável.

V. CARACTERIZAÇÃO METODOLÓGICA

☞ V.1 População-alvo

População residente em território nacional.

☞ V.2 Base de amostragem

Não aplicável.

☞ V. 3 Unidade (s) estatística (s) de observação

Indivíduo.

☞ V. 4 Desenho da amostra

○ V.4.1 Características da amostra

Não aplicável.

○ V.4.2 Metodologia para a seleção, distribuição, atualização e dimensionamento da amostra

Não aplicável.

☞ V.5 Construção do(s) questionário(s)

Não aplicável.

○ V.5.1 Testes de pré-recolha efetuados ao (s) questionário(s)

Não aplicável.

○ V.5.2 Tempo médio de preenchimento do(s) questionário(s)

Não aplicável.

☞ **V. 6 Recolha de dados**

○ **V.6.1 Recolha direta de dados**

Não aplicável.

▪ **V.6.1.1 Período(s) de recolha**

Não aplicável.

▪ **V. 6.1.2 Método(s)de recolha**

Não aplicável.

▪ **V. 6.1.3 Critério para o fecho da recolha**

Não aplicável.

▪ **V. 6.1.4 Possibilidade de inquirição “Proxy”**

Não aplicável.

▪ **V. 6.1.5 Sessões informativas**

Não aplicável.

○ **V. 6.2 Recolha não-direta de dados**

Preencher o seguinte quadro:

NOME DA FONTE	TIPO DE FONTE (administrativa, outra operação estatística)	IDENTIFICAÇÃO DA ENTIDADE RESPONSÁVEL DA FONTE	PERÍODO DE REFERÊNCIA DOS DADOS DA FONTE
Estimativas anuais de população residente	Outra operação estatística – Estudo estatístico	INE/DES/DM	Anual
Óbitos	Outra operação estatística - recenseamento	INE/DES/DM	Anual
Nados vivos	Outra Operação estatística - recenseamento	INE/DES/DM	Anual
Estimativas anuais de emigração	Outra operação estatística – Estudo estatístico	INE/DES/DM	Anual
Estimativas anuais de imigração	Outra operação estatística – Estudo estatístico	INE/DES/DM	Anual

☞ **V.7 Tratamento de dados**

Não aplicável.

○ **V. 7.1 Validação e análise**

Não aplicável.

○ **V. 7.2 Tratamento de não respostas**

Não aplicável.

○ V.7.3 Obtenção de resultados

As projeções de população residente são calculadas utilizando o método das componentes por coortes. Na aplicação deste método, são formuladas hipóteses sobre a evolução das componentes de variação da população - fecundidade, mortalidade e migrações – com base nas quais se procede à atualização sucessiva dos efetivos populacionais até se atingir o último ano do período de projeção.

A formulação das hipóteses baseia-se na observação, análise e modelação das tendências passadas de cada uma das componentes, em particular as de anos mais recentes, e na avaliação subjetiva relativa à evolução futura das mesmas com base na informação disponível até ao momento (*expert judgement*).

Uma vez que os níveis futuros de fecundidade, mortalidade e migrações não são possíveis de prever com exatidão, duas ou mais hipóteses de evolução são consideradas para cada componente. Estas hipóteses alternativas têm como objetivo ilustrar um domínio de resultados futuros possíveis, apesar de não existir certeza sobre a eventual realização de um qualquer resultado futuro, ou que os resultados futuros necessariamente se incluam desse domínio de valores.

De salientar ainda que na formulação das hipóteses e modelação da evolução de cada componente é apenas considerada a dinâmica temporal de indicadores demográficos, não sendo incorporado nos modelos qualquer outro tipo de variáveis exógenas.

A conjugação das hipóteses alternativas relativas à evolução futura de cada componente permite definir cenários de projeção da população. Em particular, são definidos os quatro cenários seguintes:

CENÁRIO BAIXO: Neste cenário são consideradas as hipóteses pessimista para a fecundidade, central para a mortalidade e saldo migratório negativo.

CENÁRIO CENTRAL: Neste cenário são consideradas as hipóteses de evolução central da fecundidade, central da mortalidade e saldo migratório positivo.

CENÁRIO ALTO: Este cenário resulta da combinação das hipóteses de evolução otimista da fecundidade, otimista da mortalidade e saldo migratório positivo.

CENÁRIO SEM MIGRAÇÕES: Finalmente, um cenário igual ao cenário central, mas sem migrações.

As estimativas provisórias de população residente em 31 de dezembro de 2012, calculadas pelo INE, constituem a população base ou de partida para as projeções de população.

As estimativas de população residente derivam dos resultados dos Censos 2011, dos registos de óbitos e de nados vivos, dos valores estimados dos fluxos migratórios e o envelhecimento da população e incluem todos os residentes em território português.

1. FECUNDIDADE

A fecundidade tem um impacto importante na dimensão e na estrutura etária da população, quer pelo impacto direto no número de efetivos populacionais projetados, quer pelo impacto diferido, uma vez que o maior ou menor número de nascimentos, em particular do sexo feminino, num determinado momento, influencia o número de novos nascimentos no futuro.

Sendo uma variável sensível a variações conjunturais, a projeção reveste-se da maior importância e complexidade, particularmente no contexto nacional atual, caracterizado por níveis de fecundidade particularmente reduzidos.

1.1. Hipóteses de Evolução da Componente Fecundidade

Três hipóteses de evolução futura da fecundidade em Portugal são consideradas:

Hipótese pessimista – Nesta hipótese prevê-se a manutenção até 2060 dos valores mais recentes de fecundidade, com o índice sintético de fecundidade (ISF) em torno de 1,30 crianças por mulher (1,28 em 2012) e o aumento ligeiro da idade média da mulher ao nascimento de um filho.

Hipótese central – Nesta hipótese prevê-se uma recuperação moderada dos níveis futuros de fecundidade, com o ISF a atingir 1,55 crianças por mulher em 2060 e o aumento ligeiro da idade média da mulher ao nascimento de um filho.

Hipótese otimista – Nesta hipótese prevê-se uma recuperação mais acentuada dos níveis futuros de fecundidade, com o ISF a atingir 1,80 crianças por mulher em 2060 e o aumento ligeiro da idade média da mulher ao nascimento de um filho.

Em qualquer das hipóteses prevê-se que o aumento da idade média ao nascimento de um filho seja de aproximadamente 0,3 entre 2012 e 2060.

1.2. Rationale Subjacente à Definição das Hipóteses de Evolução da Fecundidade

A evolução do ISF, indicador conjuntural que traduz o número médio de crianças nascidas vivas por mulher em idade fértil, tem apresentado uma tendência de decréscimo ao longo dos últimos anos.

Na década de sessenta do século XX, cada mulher tinha em média cerca de 3 filhos, valor que tem diminuído desde então, verificando-se desde o início da década de oitenta valores inferiores a 2,1 crianças por mulher, considerado como o nível de substituição de gerações.

Em meados da década de noventa, este indicador reduziu-se até 1,41 crianças por mulher. Assistiu-se posteriormente a uma ligeira recuperação até 2000 (1,56), ano a partir do qual volta a apresentar uma tendência de decréscimo, atingindo em 2012 o valor de 1,28 crianças por mulher, o mais baixo observado até agora em Portugal, prevendo-se uma nova redução em 2013.

A persistente tendência de declínio da fecundidade, que se acentuou novamente a partir de 2010, coloca Portugal entre os países da União Europeia com os mais baixos níveis do ISF. Por outro lado, a continuação de níveis de ISF abaixo de 1,3 acentua a possibilidade de um rápido, acentuado e continuado declínio e envelhecimento demográfico.

As hipóteses são baseadas numa análise cuidada das tendências passadas, em particular das tendências mais recentes, da fecundidade a nível nacional e regiões NUTS II, tendo sido formuladas 3 hipóteses.

Uma com carácter mais otimista em que se prevê a recuperação do ISF para 1,80 crianças por mulher até 2060 – tendo em conta que, de acordo com os resultados do Inquérito à Fecundidade de 2013, as mulheres dos 18 aos 49 anos residentes em Portugal pensavam vir a ter, em média e contando com os que já tinham, 1,80 filhos. Embora a intenção dos indivíduos em vir a ter (mais) filhos seja um processo complexo, aquela pode ainda assim ser considerada como um bom preditor da fecundidade futura.

Uma outra hipótese, mais pessimista, em que se prevê a manutenção do ISF para Portugal em valores semelhantes aos do último ano observado (1,28 crianças por mulheres).

Finalmente uma terceira hipótese que prevê a recuperação do ISF até 2060 para um valor central entre os valores colocados para as duas primeiras hipóteses: 1,55 crianças por mulher.

1.3. Metodologia de Projeção da Fecundidade

A metodologia adotada para projetar a fecundidade envolve a especificação de pressupostos quanto à evolução esperada do Índice Sintético de Fecundidade (ISF) e da idade média ao nascimento de um filho, modelizando as taxas de fecundidade específicas por idade por recurso ao método proposto por Schmertmann (2003, 2005) para projetar taxas específicas de fecundidade específicas por idade e por ano cronológico, de acordo com os pressupostos estabelecidos.

O modelo proposto por Schmertmann (2003, 2005) pretende caracterizar o perfil das taxas específicas de fecundidade por idade, $f(x)$, em termos de três eixos (idades) que sintetizam determinadas características observadas no comportamento deste fenómeno demográfico (e.g., aumento das idades médias ao nascimento do primeiro e de um filho). Estes três eixos correspondem, nomeadamente, à idade mais jovem em que se registam nascimentos, α , à idade em que o perfil das taxas específicas de fecundidade por idade atinge o valor máximo, P , e à idade mais jovem acima de P após a qual a fertilidade decresce para 50% do seu valor máximo, H .

Em termos formais, as taxas $f(x)$ entre as idades α e uma idade limite superior β são modeladas através da técnica de splines por troços em que:

$$f(x) = R\phi(x) \quad (1)$$

$$\phi(x) = \begin{cases} \sum_{k=0}^4 \theta_k (x - t_k)_+^2, & \alpha \leq x \leq \beta \\ 0, & x \notin [\alpha, \beta] \end{cases},$$

Com "nós" $t_0 < t_1 < \dots < t_k$ no intervalo entre α e β , $(x - t_k)_+ = \max(x - t_k; 0)$ e R denota um escalar. A conjugação da técnica de *splines* com restrições relativamente ao posicionamento dos nós de modo a incorporar a informação relativa aos três eixos acima referidos permite mimetizar o comportamento observado e esperado para as taxas específicas de fecundidade por idade.

Da aplicação das taxas de fecundidade por idades aos efetivos populacionais femininos em idade fecunda resulta um número anual de nados vivos, que são repartidos em nados vivos do sexo feminino e masculino pela aplicação das probabilidades relativas à relação de masculinidade dos nascimentos (0,485 - sexo feminino e 0,515 - sexo masculino), e adicionados aos efetivos populacionais anuais.

Na elaboração das projeções serão naturalmente consideradas as assimetrias regionais, considerando-se a hipótese de uma convergência de comportamentos face à fecundidade de cada uma das regiões com Portugal, hipótese suportada pela proximidade de valores da fecundidade final esperada entre as regiões NUTS II e Portugal observada no Inquérito à Fecundidade 2013.

Esta convergência é assegurada por recurso a uma interpolação linear de cada uma das taxas de fecundidade específicas por idade, estimadas provisoriamente para 2013 para cada região, e Portugal num ano escolhido como sendo de convergência, ou seja, deslocando-se em direção a um ponto num futuro distante e fora do período de projeção (2100).

2. MORTALIDADE

Num contexto de envelhecimento demográfico, como é o caso português, a evolução futura da componente mortalidade tem um importante impacto na dimensão da população idosa (65 anos e mais) e muito idosa (75 anos e mais).

2.1. Hipóteses de Evolução da Mortalidade

As hipóteses incidem sobre a evolução esperada da mortalidade em Portugal, em particular sobre os níveis futuros de esperança de vida para homens e mulheres. Duas hipóteses são consideradas para a evolução da longevidade em Portugal:

Hipótese central – Nesta hipótese prevê-se a continuação das tendências recentes de melhoria na mortalidade. Os valores projetados das taxas de mortalidade são obtidos por extrapolação dos valores passados com base na aplicação do método de Poisson-Lee-Carter (Brouhns, N., Denuit, M. e Vermunt, J., 2002) ao período 1980 – 2012, ajustando-se a variação das taxas de mortalidade por idades (ao período 2000-2012. Nesta hipótese consideram-se as estimativas pontuais projetadas das taxas de mortalidade e da esperança de vida à nascença. Assim, sob a hipótese central, a esperança de vida à nascença em 2060, em Portugal, atingirá 84,21 anos para homens e 89,88 para mulheres, refletindo um aumento de 7,5 anos para os homens e de 7,3 anos para as mulheres (face aos valores estimados para 2010-2012 que corresponde ao período de referência da última tábua de mortalidade disponível).

Hipótese otimista – Nesta hipótese prevê-se, face à hipótese central, um aumento mais acentuado da esperança de vida à nascença. Os valores projetados para a esperança de vida nesta hipótese são obtidos considerando o limite superior do intervalo de confiança a 99,5% dos valores projetados para o parâmetro de tendência temporal do método de Poisson-Lee-Carter, limite esse derivado usando métodos de simulação, em particular um método de bootstrap paramétrico. Assim, sob a hipótese otimista a esperança de vida à nascença em 2060, em Portugal, atingirá 86,44 anos para homens e 92,15 para mulheres, um aumento de 9,77 anos para os homens e de 9,56 anos para as mulheres

2.2. Rationale Subjacente à Definição das Hipóteses de Evolução da Mortalidade

A esperança de vida à nascença reflete os níveis de mortalidade de uma população ao longo de todas as idades. Este indicador, sendo um indicador de síntese das condições de mortalidade de

uma população, é amplamente utilizado para aferir as melhorias nos níveis de mortalidade de um país, quer ao longo do tempo, quer por comparação com outros países.

Ao longo de várias décadas que se assiste a um aumento continuado da esperança de vida à nascença nos países desenvolvidos, e em particular da Europa Ocidental. O ritmo a que a esperança de vida à nascença tem aumentado apresenta, todavia, variações ao longo do tempo, observando-se, em geral, menores ritmos de acréscimo da esperança de vida à nascença nos anos mais recentes.

Os aumentos na esperança de vida à nascença resultam dos progressos face à mortalidade em todas as idades. Ao longo do tempo, contudo, as contribuições relativas dos diferentes grupos de idades têm vindo a alterar-se, com impacto no ritmo de crescimento da esperança média de vida. Se no passado distante, a principal contribuição para o aumento da esperança de vida à nascença era proveniente, sobretudo, das melhorias na mortalidade infantil e entre os mais jovens, atualmente as maiores contribuições para o aumento na esperança de vida são provenientes das idades adultas e idosas, com menor impacto no aumento do valor da esperança de vida à nascença. A maior proporção de óbitos ocorre atualmente em idades cada vez mais avançadas.

Também as alterações nas causas de morte explicam as alterações no ritmo de variação da esperança de vida. Nas últimas décadas assiste-se ao declínio da mortalidade por doenças cardiovasculares nas idades adultas intermédias, concentrando-se a sua influência nas idades mais avançadas. As doenças cardiovasculares representam a primeira causa de morte em Portugal, incidindo especialmente nas idades mais avançadas. Os tumores, cuja incidência tem vindo a aumentar, representam a segunda causa de morte em Portugal, com maior incidência nas idades entre os 45 anos e os 64 anos. A incidência de óbitos por causas externas tem vindo a diminuir, continua, contudo, a ser a principal causa de morte nas idades entre os 20 e os 44 anos de idade, com particular incidência no sexo masculino.

Neste contexto, de envelhecimento da população, em que a maior proporção de óbitos se concentra em idades avançadas, com taxas de mortalidade entre a população infantil e jovem relativamente reduzidas, em que os acréscimos da esperança de vida são provenientes sobretudo de melhorias na mortalidade nas idades adultas e avançadas, não são expectáveis aumentos substanciais no ritmo de acréscimo da esperança de vida à nascença.

Comparativamente com os países líderes, Portugal está ainda afastado dos países com maiores níveis de esperança de vida, principalmente no que se refere aos homens, havendo espaço para continuar a beneficiar de aumentos da esperança de vida à nascença. A trajetória futura da mortalidade tem sido amplamente debatida dentro da comunidade científica nacional e internacional. As opiniões divergem. Muitos cientistas são otimistas, salientando que a esperança de vida continuará a aumentar, apesar do elevado nível que já atingiu em muitos países, desde que se continuem a verificar avanços no conhecimento, na medicina e na

tecnologia. Outros pensam que a crescente prevalência de várias condições entre os mais jovens, como a obesidade e as doenças que lhe estão associadas, incluindo diabetes e hipertensão, podem abrandar consideravelmente o aumento na esperança de vida.

Neste contexto duas hipóteses são consideradas relativamente ao futuro da mortalidade em Portugal, ambas em que se prevê a continuação do aumento da esperança de vida.

Uma hipótese central, em que se prevê a manutenção do ritmo de crescimento da esperança de vida, em particular a continuação das melhorias nas taxas de mortalidade observadas no período 2000-2012.

Uma hipótese otimista, que prevê melhorias superiores nas taxas de mortalidade e consequentemente o aumento do ritmo de crescimento da esperança de vida à nascença comparativamente com a hipótese central.

2.3. Metodologia de Projeção da Componente Mortalidade

Na projeção da componente mortalidade é utilizado o modelo Poisson Lee-Carter (Lee e Carter, 1992; Brouhns, N., Denuit, M. e Vermunt, J., 2002) para Portugal, adotando-se o modelo relacional para a construção das projeções da mortalidade para as regiões NUTS II.

O modelo Poisson Lee-Carter (PLC) é aplicado às estimativas brutas das taxas de mortalidade específicas por idade inteira, estimadas no período 1980 – 2012 para o intervalo de idades compreendido entre os 0 e os 90 anos. Na projeção das taxas de mortalidade considerou-se, contudo, que o ritmo de variação por idade registado no período 2000-2012, captado pelas estimativas do parâmetro β_x , espelha melhor a dinâmica esperada do fenómeno no horizonte temporal da projeção. Por esta razão, na projeção foram consideradas as estimativas do parâmetro β_x obtidas no período 2000-2012, graduadas mediante a aplicação da técnica de *splines* cúbicos.

Acresce que, na aplicação do método Poisson Lee-Carter, as estimativas brutas das taxas de mortalidade obtidas para o ano base da projeção (ano terminal do período amostral, 2012) são graduadas mediante a aplicação de modelos lineares generalizados (*Generalized Linear Models*) considerando a distribuição de probabilidade Binomial e a função de *link* canónico *logit* e como previsor linear um polinómio de grau n estimado de modo a minimizar o indicador *deviance*.

De referir, ainda, que na estimação do modelo não são consideradas as idades acima dos 90 anos, uma vez que, devido ao reduzido número de efetivos populacionais nestas idades, as taxas de mortalidade apresentam flutuações erráticas.

As taxas de mortalidade estimadas e projetadas pelo modelo PLC são convertidas em probabilidades de óbito, também designadas quocientes de mortalidade (q_x), assumindo que os óbitos se distribuem de forma uniforme no quadrado de Lexis delimitado por duas idades exatas e por dois anos consecutivos. Como procedimento de fecho das tábuas de mortalidade e de extrapolação do comportamento dos quocientes de mortalidade nas idades avançadas

aplica-se o método desenvolvido por Denuit e Goderniaux (2005) tomando como idade limite os 120 anos.

Para as regiões NUTS II aplica-se um modelo relacional do tipo BRASS (Brass, 1971, 1974) considerando a transformação *logit* dos quocientes brutos de mortalidade estimados no período 1991-2012 no intervalo de idades entre os 0 e os 90 anos, e tomando como população de referência para cada NUTS II as tábuas de mortalidade prospetivas derivadas pelo método Poisson Lee-Carter para Portugal.

Numa segunda etapa, é aplicado o método de fecho e extrapolação dos quocientes de mortalidade nas idades mais avançadas desenvolvido por Denuit e Goderniaux (2005). A ideia subjacente é a de encontrar uma relação simples (idealmente linear) que associe as características da mortalidade do país e das regiões NUTS II. Encontrada essa relação, admitimos que esta é estável no tempo, o que nos permite obter os quocientes de mortalidade projetados de cada região NUTS II a partir dos quocientes projetados para a população portuguesa.

O Modelo de Lee-Carter (Lee e Carter, 1992)

O método de Lee-Carter (LC) assenta na decomposição da mortalidade em duas parcelas: um modelo demográfico, específico para cada idade, e um indicador de tendência temporal, sobre o qual são aplicados métodos de séries temporais no sentido de projetar valores futuros para os indicadores de mortalidade.

Formalmente, o método define-se pela seguinte representação log-bilinear para a taxa de mortalidade $m_{x,t}$:

$$\ln(m_{x,t}) = \alpha_x + \beta_x k_t + \varepsilon_{x,t} \quad (2)$$

onde:

α_x : define, para cada idade, o nível médio das taxas de mortalidade no tempo;

k_t : descreve as tendências temporais do nível de mortalidade;

β_x : simboliza o padrão de oscilação etária nas taxas de mortalidade, ou seja, dá-nos uma ideia da sensibilidade de $m_{x,t}$ às variações em k_t ;

$\varepsilon_{x,t}$: termo aleatório do tipo ruído branco $\varepsilon_{x,t} \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$, incluído de modo a refletir influências históricas particulares em cada idade não capturadas pelo modelo.

Para resolver o problema da sobreparametrização do modelo definido por (2), são impostas condições adicionais. Entre as várias alternativas possíveis, consideraram-se as duas seguintes restrições de identificação do modelo

$$\sum_{x=x_{\min}}^{x_{\max}} \beta_x = 1, \quad \sum_{t=t_{\min}}^{t_{\max}} k_t = 0 \quad (3)$$

Uma das virtudes do método LC refere-se à forma como o modelo demográfico está definido, que garante que as taxas de mortalidade exibam um padrão de decréscimo exponencial, sem necessidade de impor qualquer limite assintótico arbitrário ou restrição que demarque os ganhos na esperança de vida.

Por outro lado, o facto de combinar um método demográfico, que é simultaneamente rico e parcimonioso, com um modelo de séries temporais, permite a modelação de um único índice temporal que resume a estrutura de covariâncias entre as m_x no tempo e a dependência dos perfis face ao parâmetro k_t assegurando um compromisso entre as tendências das taxas correspondentes a cada idade.

A estimação dos parâmetros é efetuada com recurso ao método dos mínimos quadrados ordinários, ou seja, resolvendo o seguinte problema de otimização

$$(\hat{\alpha}_x, \hat{\beta}_x, \hat{k}_t) = \arg \min_{\alpha_x, \beta_x, k_t} \left\{ \sum_{x=x_{\min}}^{x_{\max}} \sum_{t=t_{\min}}^{t_{\max}} (\ln \hat{m}_{x,t} - \alpha_x - \beta_x k_t)^2 \right\} \quad (4)$$

Na versão original, Lee e Carter (1992) propõem a utilização de uma decomposição em valores singulares, mas soluções alternativas mais eficientes podem ser conseguidas mediante métodos iterativos.¹

O método LC pertence, desde logo, à categoria dos métodos extrapolativos padecendo, por isso, da sua debilidade fundamental: assume que as tendências históricas se mantêm no futuro, não incorpora elementos de avaliação subjetiva e ignora as implicações de eventuais alterações estruturais. Por outro lado, o método admite um determinado padrão de distribuição etária da mortalidade, em que as taxas de decréscimo nas várias idades mantêm sempre a mesma relação de proporcionalidade no tempo, uma hipótese não confirmada nalguns estudos empíricos.

Brouhns *et al.* (2002) e Renshaw e Haberman (2003) criticam a hipótese de homocedasticidade assumida pelo método de Lee-Carter e desenvolvem uma versão baseada no modelo probabilístico definido pela distribuição de Poisson.

O Modelo Poisson Lee-Carter (Brouhns, N., Denuit, M. e Vermunt, J., 2002)

O método LC assume que $\varepsilon_{x,t}$ é um termo aleatório do tipo ruído branco, isto é, admite que os erros são normalmente distribuídos com variância constante. A hipótese de variância constante

¹ Para mais detalhes veja-se, por exemplo, Bravo (2007) e referências nele citadas.

dos erros revela-se empiricamente irrealista, na medida em que devido à existência de um número reduzido de óbitos nas idades avançadas, o logaritmo das taxas de mortalidade específicas por idade é muito mais variável nestas idades do que nas idades mais jovens.

Para contornar este problema, Brouhns et al. (2002) desenvolvem um modelo, fundado no método de Lee-Carter, em que consideram que o número de óbitos verificados à idade x no ano t segue uma distribuição de Poisson, i.e.,

$$D_{x,t} \sim \text{Poisson}(\mu_{x,t} E_{x,t}) \quad (5)$$

com

$$\mu_{x,t} = \exp(\alpha_x + \beta_x k_t) \quad (6)$$

O modelo preserva a estrutura log-bilinear para $\mu_{x,t}$ (taxa instantânea de mortalidade) mas substitui as hipóteses relativa ao termo erro $\varepsilon_{x,t}$ pela lei de Poisson para $d_{x,t}$. Os parâmetros α_x , β_x e k_t mantêm, na sua essência, o significado originalmente atribuído pelo método Lee-Carter.

O modelo de Poisson tem contudo algumas vantagens face ao método original de Lee e Carter que o tornam especialmente atrativo. Em primeiro lugar, o modelo reconhece explicitamente a natureza inteira de $D_{x,t}$ contrariamente ao que acontece no método LC em que se modela o logaritmo da taxa de mortalidade. Em segundo, o modelo deixa cair a hipótese de homocedasticidade do termo erro e reconhece a maior variabilidade de $\mu_{x,t}$ nas idades mais elevadas. Em terceiro, o método permite o recurso ao método de máxima verosimilhança para estimar os parâmetros em detrimento do uso do método dos mínimos quadrados aplicado mediante uma Singular Value Decomposition (SVD). Por fim, e não menos importante, o modelo dispensa o procedimento de reestimação do índice temporal k_t necessário na versão original proposta por Lee e Carter.

Em termos formais, os estimadores correspondem aos valores α_x , β_x e k_t que maximizam a seguinte função de log-verosimilhança:

$$L(\alpha_x, \beta_x, k_t) = \sum_{x=x_{\min}}^{x_{\max}} \sum_{t=t_{\min}}^{t_{\max}} \{d_{x,t}(\alpha_x + \beta_x k_t) - E_{x,t} \exp(\alpha_x + \beta_x k_t)\} + c \quad (7)$$

onde c é uma constante.

A presença do termo bilinear $\beta_x k_t$ na especificação (6) de $\mu_{x,t}$ impede a estimação dos parâmetros pelos packages informáticos tradicionais que incluem o modelo de Poisson. Por esta razão, recorreremos a um algoritmo iterativo desenvolvido por Goodman (1979), assente no método de Newton-Raphson. O procedimento assenta num princípio simples: em cada iteração v , um único conjunto de parâmetros θ_j é atualizado, mantendo os restantes fixos à sua estimativa anterior, com a ajuda do seguinte esquema de atualização

$$\hat{\theta}_j^{(v+1)} = \hat{\theta}_j^{(v)} - \frac{\partial L^{(v)} / \partial \theta_j}{\partial^2 L^{(v)} / \partial \theta_j^2}$$

onde $L^{(v)} = L(\hat{\theta}_j^{(v)})$.

As estimativas α_x , β_x e k_t geradas pelo método de máxima verosimilhança não garantem, automaticamente, o cumprimento das restrições (2), pelo que para o conseguir é necessário efetuar uma reparametrização final do modelo.

A previsão do modelo baseia-se, à semelhança do que acontece no método LC, na aplicação da metodologia de Box-Jenkins à série temporal das estimativas k_t .

Um ponto delicado nos métodos de LC e de Poisson reside na não simultaneidade dos procedimentos de estimação dos parâmetros, uma vez que a modelação ocorre em duas fases. Numa primeira, os parâmetros α_x , β_x e k_t são estimados. Numa segunda, o parâmetro k_t é extrapolado usando a metodologia de Box-Jenkins.

Cálculo das Estimativas Brutas das Taxas de Mortalidade e dos Quocientes de Mortalidade

Um evento demográfico (e.g., um óbito) é caracterizado por três coordenadas que representam as três formas pelas quais o tempo intervém no estudo: (i) a data em que este se produz, (ii) a idade do indivíduo abrangido pelo evento e (iii) a sua data de nascimento. Os pontos referentes aos acontecimentos demográficos são contabilizados em triângulos que representam a dupla classificação, i.e., por idade e por data de nascimento. Para ilustrar esta relação e o método de cálculo dos quocientes, representamos na Figura 1 a linha de vida de um indivíduo no diagrama de Lexis.

Ele nasce no momento t_0 e morre no momento t_1 à idade x_1 , entre as idades exatas (datas de aniversário) x e $x+1$. O segmento de reta vertical a azul representa o número de indivíduos que no momento t (início do ano civil) têm x anos de idade, i.e., o número de sobreviventes $P_{x,t}$ de idade x no instante t . O segmento de reta horizontal a vermelho representa o número de indivíduos que no ano t cumpriram o $x^{\text{ésimo}}$ aniversário, i.e., o número de sobreviventes à idade x provenientes da geração nascida no ano $g = t - x$.

No decurso do ano t , são registados $d_{x,t}$ óbitos entre os indivíduos com x anos inteiros vividos, localizados num quadrado delimitado pelas coordenadas $ABCD$, provenientes de duas gerações distintas. Este quadrado pode ser decomposto em dois triângulos: um triângulo inferior ACD , que agrega os óbitos $d_{x,t,g}^L$ registados no ano t entre os indivíduos oriundos da geração nascida em $g = t - x$ e um triângulo superior ABC , que agrupa os óbitos $d_{x,t,g-1}^U$ registados no ano t entre os indivíduos oriundos da geração nascida em $g - 1 = t - x - 1$.

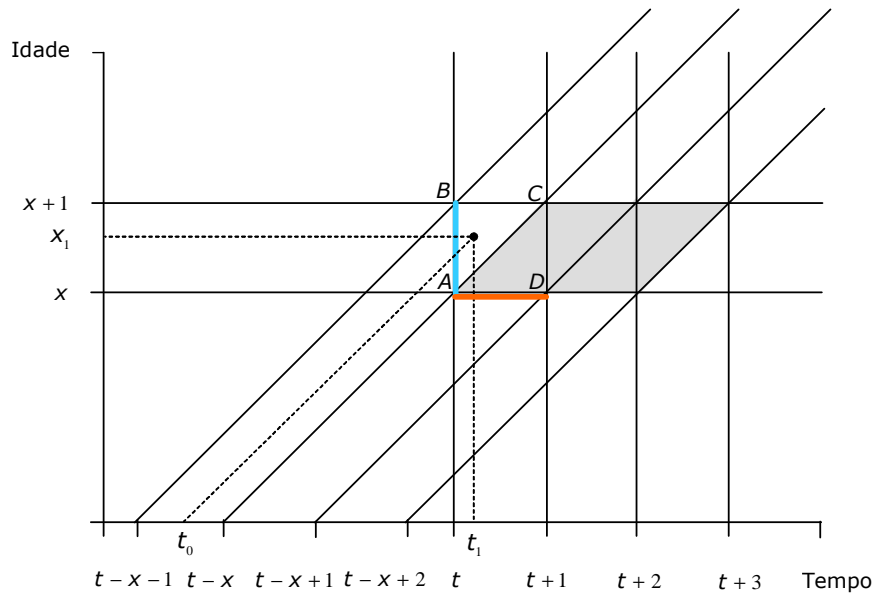


Figura 1: Diagrama de Lexis

Com base na hipótese de que os óbitos se distribuem de forma uniforme nos triângulos em que se decompõe o quadrado de Lexis, a estimativa bruta da taxa de mortalidade no intervalo $[x, x+1)$ é dada por (Wilmoth et al., 2007).

$$\hat{m}_{x,t} = \frac{d_{x,t,g}^L + d_{x,t,g-1}^U}{\frac{1}{2}(P_{x,t} + P_{x,t+1}) + \frac{1}{6}(d_{x,t,g}^L - d_{x,t,g-1}^U)} \quad (8)$$

Seja $a_{x,t}$ o número médio de anos vividos no intervalo de idades $[x, x+1)$ e no período entre t e $t+1$ pelos indivíduos que faleceram nesse intervalo e considere-se, por hipótese, que os óbitos ocorrem a meio do ano, i.e., $a_{x,t} = 0.5$. Nesse caso, as estimativas brutas das taxas de mortalidade são convertidas em quocientes brutos de mortalidade mediante a seguinte fórmula:

$$\hat{q}_{x,t} \cong \frac{\hat{m}_{x,t}}{1 + (1 - a_{x,t})\hat{m}_{x,t}} \quad (9)$$

Método de Extrapolação dos Quocientes de Mortalidade nas Idades Avançadas

Nas idades avançadas, a irregularidade detetada nas estimativas brutas dos quocientes, aconselha a utilização de um método de extrapolação dos quocientes de mortalidade. O método deve ajustar as estimativas brutas dos quocientes de mortalidade e ser, simultaneamente, compatível com as tendências detetadas a nível nacional e internacional no

comportamento da mortalidade nas idades avançadas, nomeadamente com a evidência empírica de que existe uma desaceleração na taxa de crescimento a partir de uma certa idade. Para extrapolação dos quocientes de mortalidade nas idades avançadas aplicou-se o método desenvolvido por Denuit e Goderniaux (2005). Este método trabalha com base nos quocientes de mortalidade q_x e introduz condições referentes à idade limite. Em termos formais, envolve o ajustamento, pelo método dos mínimos quadrados, do modelo log-quadrático:

$$\ln \hat{q}_x = a + bx + cx^2 + \varepsilon_x, \quad \varepsilon_x \sim N(0, \sigma^2) \quad (10)$$

às observações relativas às idades mais elevadas (e.g., $x \geq 75$), respeitando duas restrições:

$$q_\omega = 1 \quad (11)$$

$$q'_\omega = 0. \quad (12)$$

Em (12), q'_x designa a primeira derivada de q_x com respeito à idade x e ω denota a idade máxima admitida. Demonstra-se que a verificação das restrições (11) e (12) nos permite rescrever o modelo em função de um único parâmetro:

$$\ln \hat{q}_x = (\omega^2 - 2x\omega + x^2)c + \varepsilon_x, \quad \varepsilon_x \sim N(0, \sigma^2) \quad (13)$$

As restrições impõem à curva dos quocientes de mortalidade uma configuração côncava nas idades elevadas e a existência de uma tangente horizontal no ponto $x = \omega$. A restrição (12) visa impedir um eventual decréscimo dos quocientes nas idades avançadas.

Para determinar a idade a partir da qual as estimativas brutas \hat{q}_x são substituídas pelos valores ajustados provenientes do modelo (13) (idade de corte), recorre-se a um procedimento que considera como critério de otimização a maximização do coeficiente de determinação R^2 , fazendo variar a idade de corte, x_0 , num intervalo entre, por exemplo, os 70 e os 95 anos. Para evitar as descontinuidades em torno de x_0 , e de forma a garantir uma transição suave entre as estimativas brutas e os valores ajustados, adota-se um método de graduação da série em torno de x_0 , utilizando para tal a técnica de *splines* cúbicos aplicada aos \hat{q}_x nas idades adjacentes à idade focal x_0 .

Método de Alisamento das Estimativas Brutas das Taxas de Mortalidade no Ano Base de Projeção

As estimativas brutas das taxas de mortalidade obtidas para o ano base da projeção (2012) são graduadas mediante a aplicação de modelos lineares generalizados (*Generalized Linear Models*).

Os GLMs constituem uma extensão dos modelos lineares para distribuições da variável de resposta não normais e transformações não lineares.²

Em termos genéricos, considere-se um vetor de observações (*response variables*) $y = (y_i : i = 1, 2, \dots, n)$, tratadas como realizações de uma variável aleatória $Y = (Y_i)$, independentes e identicamente distribuídas com média $m_i = E(Y)$.

O modelo de regressão linear clássico fornece uma estimativa do valor esperado da variável de resposta em termos de uma função linear de um conjunto limitado de variáveis explicativas (*predictor variables*) x_1, x_2, \dots, x_p . Formalmente

$$Y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij} + \varepsilon_i \quad \text{com} \quad \varepsilon_i \sim \text{Nor}\left(0, \frac{\sigma^2}{w_i}\right), \quad (14)$$

onde w_i é um ponderador associado à observação i .

De maneira equivalente, temos

$$Y_i \sim \text{Nor}\left(\beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij}, \frac{\sigma^2}{w_i}\right).$$

Admite-se assim que as observações Y_i , condicionalmente aos valores das variáveis explicativas, seguem uma distribuição Normal com média $E(Y|x) = m_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij}$ e variância σ^2 / w_i , e que os termos aleatórios são independentes.

Em alternativa, os GLMs providenciam um método para estimar uma função da média da variável de resposta, expressa em termos de uma combinação linear das variáveis explicativas. Em termos formais,

$$g(E(Y|x)) = g(m_i) = \beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij} = \eta(x), \quad (15)$$

onde g denota uma função de ligação (denominada *link function*) e a variância, $\text{Var}(Y) = \phi V(m_i) / \omega$, compreende uma função de variância $V(m_i)$, um parâmetro de escala ($\phi > 0$) e ponderadores prévios ω . A função linear das variáveis explicativas, $\eta(x)$, é chamada de previsor linear (*linear predictor*).

Em suma, o modelo linear generalizado caracteriza-se por três ingredientes básicos:

- Uma variável de resposta, Y , observada independentemente para valores fixos das variáveis explicativas;

² Para uma análise detalhada dos modelos lineares generalizados veja-se, por exemplo, McCullagh e Nelder (1989) e Lindsey (1997).

- Um conjunto de variáveis explicativas incorporadas num previsor linear $\eta(x) = \beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j x_{ij}$;
- Uma função de ligação invertível, que relaciona a variável de resposta com o previsor linear, $g(m_i) = \eta(x)$, $m = g^{-1}(\eta(x))$.

Na presente aplicação considerou-se como previsor uma função polinomial de grau n , estimado de modo a minimizar o indicador de qualidade do ajustamento deviance, ou seja,

$$\eta(x) = \sum_{j=0}^n a_j x^j =, \quad (16)$$

Graduação das Estimativas do Parâmetro β_x e dos Quocientes de Mortalidade Utilizando Splines Cúbicos

Na graduação das estimativas do parâmetro β_x do modelo Lee-Carter e dos quocientes $q_{x,t}$ obtidos pelo método Denuit-Goderniaux em torno da idade focal é utilizada a técnica de splines cúbicos.

Um *spline* é uma curva definida matematicamente por dois ou mais pontos de controlo, designados por nós (*knots*). A graduação mediante *splines* baseia-se na concatenação de funções polinomiais de determinado grau, definidas por troços, e sujeitas a determinadas condições de modo a garantir a continuidade da função ao longo de todo o intervalo.

Os *splines* podem ser divididos em duas grandes categorias: (i) *splines* de interpolação, que passam por todos os pontos de controlo, e (ii) *splines* de aproximação, que passam perto de todos os pontos de controlo. Os *splines* podem ainda ser distinguidos segundo as funções de base escolhidas para representar a função interpoladora.

De entre as múltiplas configurações possíveis, uma das escolhas mais populares compreende a utilização de polinómios cúbicos definidos por troços, com primeira e segunda derivadas contínuas nos nós da função. Uma restrição adicional, destinada a garantir a linearidade da função para além dos nós de fronteira, é aquela que exige que a segunda derivada da função nos extremos do intervalo seja nula. Os *splines* assim definidos são denominados de *splines* cúbicos naturais.

Em termos formais, considere-se um intervalo de idades arbitrário $I = [a, b]$, particionado em n sub-intervalos $I_i = [x_i, x_{i+1}]$ ($i=0, \dots, n-1$) por $n+1$ nós $a = x_0 < x_1 < \dots < x_n = b$. Nos casos em que os nós são distribuídos de forma equidistante no intervalo $[a, b]$, o spline diz-se *uniforme*, caso contrário é designado de *não uniforme*. Uma função s é denominada spline de grau k com nós nos pontos $\{x_i\}_{i=0}^n$ se é definida por um polinómio de grau k em cada intervalo $[x_i, x_{i+1}]$ e é $(k-1)$ vezes diferenciável em todo o intervalo $[a, b]$.

Dito isto, podemos definir a interpolação de uma função $g(x)$, explicitada em $[a, b]$, por intermédio de *splines* cúbicos naturais com nós em x_0, \dots, x_n , como uma função $s(x)$ que verifica as seguintes condições:

- 1) $s(x) \in C^2[a, b]$.
- 2) Em cada intervalo $[x_i, x_{i+1}]$, a função é definida por um polinómio cúbico do tipo:

$$s(x) = s_i(x) = \sum_{l=0}^3 a_l^{(i)} (x - x_i)^l, \quad i = 0, \dots, n-1.$$

- 3) Em cada um dos nós x_i ($i = 1, \dots, n$)

$$s(x_i) = g(x_i).$$

- 4) Condições de continuidade nos nós interiores

$$\begin{cases} s_i(x_{i+1}) = s_{i+1}(x_{i+1}) \\ s_i'(x_{i+1}) = s_{i+1}'(x_{i+1}) \\ s_i''(x_{i+1}) = s_{i+1}''(x_{i+1}). \end{cases}$$

- 5) São respeitadas as seguintes condições limite

$$s''(a) = s''(b) = 0.$$

Dada a série (x_i, y_i) , os coeficientes $a_l^{(i)}$ ($l = 0, \dots, 3$) do polinómio são estimados minimizando uma função objetivo do tipo

$$\hat{a}_l^{(i)} = \arg \min_{a_l^{(i)}} \left\{ \sum_{i=1}^n w_i (y_i - s(x_i))^2 \right\}, \quad (17)$$

onde w_i representa um conjunto de ponderadores pré-definido.

Em face do habitual conflito entre qualidade do ajustamento e alisamento da série, um dos aspetos mais sensíveis na implementação deste método prende-se com a escolha do número de nós e respetiva localização no intervalo. A opção mais simples consiste em escolher apenas o número de nós interiores, posicionando-os de seguida de modo a obter uma distribuição

uniforme ao longo do intervalo dos dados. Um esquema alternativo consiste em posicionar os nós nos quartis da variável independente ou em pontos de inversão da concavidade da função.³

Uma forma de obter um compromisso entre os dois objetivos passa pela inclusão de um termo adicional em (Target) de modo a penalizar a sobreparametrização do modelo ou, o que é o mesmo, as oscilações excessivas na curvatura da série. Os splines cúbicos possuem, a este propósito, uma propriedade conhecida e interessante: são, de entre todas as funções $s(x)$ com duas derivadas contínuas, aqueles que minimizam a seguinte soma dos quadrados penalizados

$$\hat{a}_l^{(i)} = \arg \min_{a_l^{(i)}} \left\{ \sum_{i=1}^n w_i (y_i - s(x_i))^2 + \lambda \int_a^b (s''(u))^2 du \right\}, \quad (18)$$

onde λ ($\lambda \geq 0$) é um parâmetro de *smoothing* fixo. Na equação (18), o primeiro termo da função objetivo (P-Target) mede o grau de ajustamento face aos valores observados, enquanto que o segundo introduz uma penalização diretamente proporcional às oscilações na curvatura da função interpoladora. No limite, à medida que $\lambda \rightarrow \infty$ o termo correspondente à penalização domina, forçando $s''(x_i) = 0$ em todo o domínio, tendendo a solução para a convencional aproximação pelos mínimos quadrados. No extremo oposto, quando $\lambda \rightarrow 0$, o termo penalizador torna-se irrelevante e a solução tende para uma função interpoladora duplamente diferenciável.

A solução $\hat{s}_\lambda(\cdot)$ do problema de minimização (P-Target) é um spline cúbico em que os nós são os pontos x_0, x_1, \dots, x_n , ou seja, $\hat{s}_\lambda(\cdot)$ traduz um polinómio de terceiro grau em cada intervalo $[x_i, x_{i+1}]$, com primeira e segunda derivadas contínuas em cada um dos x_i . O problema (P-Target) equivale, em termos matriciais, a

$$\hat{a} = \arg \min_a \left\{ (y - s)' W (y - s) + \lambda s' P s \right\}, \quad (19)$$

onde

$$P = \Omega' Q^{-1} \Omega$$

e onde Ω é uma matriz tri-diagonal de dimensão $(n-2) \times n$ definida por

$$\Omega = \begin{pmatrix} \frac{1}{\xi_1} & -\left(\frac{1}{\xi_1} + \frac{1}{\xi_2}\right) & \frac{1}{\xi_2} & \cdots & 0 \\ 0 & \frac{1}{\xi_2} & -\left(\frac{1}{\xi_2} + \frac{1}{\xi_3}\right) & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\xi_3} & \ddots & \frac{1}{\xi_{n-1}} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & -\left(\frac{1}{\xi_{n-2}} + \frac{1}{\xi_{n-1}}\right) \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & \frac{1}{\xi_{n-2}} \end{pmatrix}$$

³Para uma aplicação da técnica de splines em problemas de graduação veja-se, por exemplo, Forfar et al. (1988), McCutcheon (1987) e referências incluídas.

$\xi_i = x_{a+i} - x_{a+i-1}$, e \mathbf{Q} é uma matriz tri-diagonal simétrica de dimensões $(n-2) \times (n-2)$ definida por

$$\mathbf{Q} = \begin{pmatrix} 2(\xi_1 + \xi_2) & \xi_2 & \cdots & 0 \\ \xi_2 & 2(\xi_2 + \xi_3) & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \xi_{n-2} \\ 0 & \cdots & \xi_{n-2} & 2(\xi_{n-2} + \xi_{n-1}) \end{pmatrix}$$

e \mathbf{W} é uma matriz diagonal contendo os ponderadores.

A solução $\hat{s}_\lambda(\cdot)$ deriva-se anulando o gradiente da função objetivo (P-Target M), i.e.,

$$-2\mathbf{W}(\mathbf{y} - \mathbf{s}) + 2\lambda\mathbf{P}\mathbf{s} = 0,$$

donde se obtém finalmente

$$\hat{s}_\lambda = (\mathbf{W} + \lambda\mathbf{P})^{-1} \mathbf{W}\mathbf{y}. \quad (20)$$

O parâmetro λ regula, como vimos, a importância relativa dos objetivos na graduação e assume, como veremos mais adiante, um significado semelhante ao conceito de *kernel bandwidth*. Pode ser determinado de forma subjetiva ou, como explicitaremos em seguida, resultar de um procedimento automático como seja o de validação cruzada. Registe-se, por fim, que o método preconizado pela função objetivo (P-Target) se encontra amplamente difundido na literatura sobre graduação com a designação de fórmula de Whittaker-Henderson.

Modelo Relacional do Tipo Brass (NUTS II)

Seja ${}_n p_{x,t}$ a probabilidade de sobrevivência no ano t , isto é, a probabilidade de um indivíduo vivo à idade x sobreviver até à idade $x+n$, e ${}_n q_{x,t}$ a correspondente probabilidade de óbito, também designada quociente de mortalidade, isto é a probabilidade de um indivíduo que atinge a idade x morrer antes de atingir a idade $x+n$.

Estimada a série de quocientes de mortalidade por idade $\{q_{x,t}\}_{x=0}^{\omega-1}$, onde ω denota a idade máxima admissível, a probabilidade de sobrevivência entre as idades x e $x+1$ no ano t é dada por:

$$p_{x,t} = 1 - q_{x,t} \quad (21)$$

para cada uma das idades.

O modelo relacional pressupõe que a relação entre a mortalidade de duas populações distintas pode ser devidamente representada por uma transformação logit dos quocientes de mortalidade. Seja Λ_x a transformação logit de uma série genérica de quocientes de mortalidade $\{q_{x,t}\}$, i.e.,

$$\Lambda_{x,t} = \ln \left(\frac{q_{x,t}}{1 - q_{x,t}} \right). \quad (22)$$

De entre as múltiplas modelações possíveis, neste estudo considerou-se apropriado adotar a hipótese habitual de que a relação entre a transformação *logit* dos quocientes de mortalidade da população a estimar $\Lambda_{x,t}$ e dos respetivos quocientes da população *standard* $\Lambda_{x,t}^{\text{stand}}$ é aproximadamente linear, *i.e.*,

$$\Lambda_{x,t} = \alpha + \beta \Lambda_{x,t}^{\text{stand}} + \varepsilon_{x,t} \quad (23)$$

onde α e β são parâmetros, independentes da idade, a estimar com recurso ao método dos mínimos quadrados ponderados e $\varepsilon_{x,t} \sim \text{Nor}(0, \sigma^2)$. O parâmetro α denota o nível geral de mortalidade e o parâmetro β denota a intensidade da sua relação com a população *standard*. Formalmente, α e β resultam da minimização da seguinte função objetivo

$$(\hat{\alpha}, \hat{\beta}) = \arg \min_{\alpha, \beta} \left\{ \sum_{t=t_{\min}}^{t_{\max}} \sum_{x=x_{\min}}^{x_{\max}} w_{x,t} (\Lambda_{x,t} - \Lambda_{x,t}^{\text{stand}})^2 \right\} \quad (24)$$

onde $w_{x,t}$ denota os ponderadores (no exercício em apreço considerou-se como ponderador a exposição ao risco estimada em cada ano e idade) e $[x_{\min}, x_{\max}]$ traduz o intervalo de idades usado na estimação dos parâmetros e $[t_{\min}, t_{\max}]$ o período amostral considerado. Este intervalo deve ser escolhido de forma a que a regressão seja realizada com base num número suficiente de observações mas de modo a que esta não seja corrompida pela presença de observações extremas que não representem a "verdadeira" relação entre as duas populações. O parâmetro α denota o nível geral de mortalidade enquanto que o parâmetro β espelha a intensidade da sua relação com a mortalidade da população *standard*.

Um aspeto crítico na aplicação deste método refere-se à escolha da população *standard*. Neste estudo, para cada região NUTS II é usada como população de referência a população do país. Estimados os parâmetros, os quocientes de mortalidade projetados para a NUTS II, $\dot{q}_{x,t_{\max}+s}^{\text{NUTS}}$, são derivados mediante:

$$\dot{q}_{x,t_{\max}+s}^{\text{NUTS}} = \frac{\hat{\alpha} + \hat{\beta} \ln \left(\frac{\dot{q}_{x,t_{\max}+s}^{\text{PT}}}{1 - \dot{q}_{x,t_{\max}+s}^{\text{PT}}} \right)}{\left(1 + \hat{\alpha} + \hat{\beta} \ln \left(\frac{\dot{q}_{x,t_{\max}+s}^{\text{PT}}}{1 - \dot{q}_{x,t_{\max}+s}^{\text{PT}}} \right) \right)}, \quad s > 0 \quad (25)$$

O método relacional é ainda suficientemente flexível para admitir transformações alternativas e modelos não lineares de modo a captar o comportamento de populações com perfis de mortalidade/longevidade mais complexos.

3. MIGRAÇÕES

A desaceleração do crescimento demográfico e, mais recentemente, o decréscimo dos volumes populacionais, a par com um continuado processo de envelhecimento demográfico consubstanciam as principais linhas de caracterização das tendências demográficas dos últimos anos em Portugal, à semelhança do que se verifica também em outros países desenvolvidos. Num contexto demográfico em que os saldos naturais têm vindo a diminuir, o crescimento demográfico tem sido fortemente influenciado pelos fluxos migratórios, a evolução futura da componente migrações poderá resultar em impactos relevantes quer na dimensão quer na estrutura etária das populações futuras.

As hipóteses incidem sobre as migrações internacionais, não sendo consideradas migrações internas no âmbito do presente exercício.

3.1. Hipóteses de Evolução das Migrações

As hipóteses incidem sobre possíveis evoluções dos fluxos migratórios internacionais, não sendo consideradas migrações internas no âmbito do presente exercício, sendo consideradas três hipóteses para a componente migrações:

Hipótese pessimista – Nesta hipótese considera-se a possibilidade de manutenção dos saldos migratórios internacionais anuais negativos, partindo dos valores estimados para o ano base para os fluxos de entradas (14 606) e de saídas (51 958) e a atingir em 2035 a média dos valores estimados para os anos de 2010 a 2012 para estes fluxos (20 616 e 39 905, respetivamente para os fluxos de entrada e de saída), mantendo-se a partir desse ano e até ao final do período de projeção com valores constantes e que correspondem a um saldo migratório negativo (-19 289).

Hipótese otimista – Nesta hipótese considera-se a possibilidade de recuperação dos saldos migratórios internacionais anuais para valores positivos, partindo dos valores estimados para o ano base para os fluxos de entradas (14 606) e de saídas (51 958) e a atingir em 2035 a média dos valores estimados para os anos de 1991 a 2012 para estes fluxos (36 699 e 17 208, respetivamente para os fluxos de entrada e de saída), atingindo o saldo migratório valores positivos em 2020 e mantendo-se nos mesmos valores projetados para 2035 a partir desse ano e até ao final do período de projeção e que correspondem a um saldo migratório positivo (19 490).

Hipótese “sem migrações” – Apesar da sua forte improbabilidade, foi ainda considerada uma hipótese de evolução assente no pressuposto, pouco provável, de ausência de fluxos

migratórios externos, com o objetivo de avaliar a influência dos fluxos migratórios na dinâmica demográfica.

3.2. Rationale Subjacente à Definição das Hipóteses de Evolução das Migrações

Sendo as migrações uma das componentes da dinâmica demográfica, a par com os nascimentos e os óbitos, esta é a que revela maior volatilidade e incerteza.

Ao longo das últimas décadas, Portugal experienciou períodos de forte emigração, como aconteceu na década de sessenta do século XX, quando a emigração, sobretudo com destino a outros países da Europa, conhece valores muito elevados, e na década de oitenta, devido a novos fluxos de emigração mas com menor expressão, comparativamente com os registados na década de sessenta, nomeadamente pelos diferentes contextos socioeconómicos que marcaram estes períodos.

Na década de setenta e particularmente nos anos de 1974 e 1975 a tendência alterou-se, registando-se fortes fluxos imigratórios em consequência do retorno de população proveniente das ex-colónias, após a descolonização.

Já nos anos noventa o crescimento migratório volta a ser positivo, devido sobretudo ao incremento da imigração, com valores que foram aumentando até ao início do novo século, momento a partir do qual se atenuam, mas mantendo o saldo migratórios valores positivos até 2010, tendo passado a valores negativos em 2011 e 2012, em consequência do aumento dos fluxos emigratórios, que nunca deixaram de ocorrer mas que se acentuaram fortemente, de novo, a partir de 2008.

Não obstante o retorno à emigração nos últimos anos, o saldo migratório intercensitário (censos 2001 e censos 2011) indicia que Portugal continuou a atrair imigrantes.

A volatilidade associada à componente migrações, fortemente relacionada com as alterações socioeconómicas, não só em Portugal mas em termos de economia global, torna a projeção da componente migratória particularmente difícil.

Neste contexto, optou-se pela formulação de hipóteses sobre os volumes dos fluxos de entradas e saídas, tendo sido consideradas duas hipóteses possíveis de evolução futura, uma com carácter mais otimista em que se prevê a recuperação dos saldos migratórios para valores positivos, e outra mais pessimista em que se prevê a continuação de saldos migratórios negativos ao longo de todo o período de projeção.

3.3. Metodologia de Projeção da Componente Migrações

Para o estabelecimento das hipóteses foram consideradas as estimativas dos fluxos migratórios para o período 1991 a 2012.

Na hipótese pessimista considerou-se a possibilidade de manutenção dos saldos migratórios internacionais anuais negativos, partindo dos valores estimados para o ano base para os fluxos

de entradas e a atingir, por interpolação linear, em 2035 a média dos valores estimados para os anos de 2010 a 2012, anos em que se torna mais evidente o impacto da recente crise económica no aumento dos fluxos emigratórios, mantendo-se a partir desse ano e até ao final do período de projeção com valores constantes e que correspondem a um saldo migratório negativo.

Na hipótese otimista considerou-se a possibilidade de recuperação dos saldos migratórios internacionais anuais para valores positivos, partindo dos valores estimados para o ano base para os fluxos de entradas e de saídas, a atingir, por interpolação linear, em 2035 a média dos valores estimados para os anos de 1991 a 2012, abrangendo assim um período mais alargado e em que se registaram diferentes evoluções para estes fluxos, atingindo o saldo migratório valores positivos em 2020, e mantendo-se nos mesmos valores projetados para 2035 a partir desse ano e até ao final do período de projeção e que correspondem a um saldo migratório positivo.

Na composição dos cenários será ainda considerada uma terceira hipótese em que admite a possibilidade de ausência de fluxos migratórios internacionais.

Em qualquer das hipóteses, com exceção da que considera a não ocorrência de saldos migratórios, o saldo migratório anual partirá do último valor estimado, atingindo os valores considerados em cada uma das hipóteses de forma gradual até 2035, ano a partir do qual se manterá constante ao longo de todo o restante período de projeção.

Considerando que o âmbito do presente exercício engloba, não apenas o contexto nacional, mas também o contexto regional, nomeadamente pela desagregação geográfica até NUTS II, a repartição dos fluxos de entrada pelas regiões NUTS II é feita de acordo com uma estrutura de repartição deduzida dos fluxos de entrada em Portugal no período intercensitário. No caso dos fluxos de saída, estes são repartidos pelas NUTS II por recurso à probabilidade deduzida do peso relativo dos volumes populacionais anuais das NUTS II relativamente a Portugal.

O saldo migratório anual resultará da adição algébrica dos valores de entradas e saídas a considerar, considerados separadamente para cada um dos sexos e repartidos por idades.

A repartição por sexos dos fluxos de entrada reflete a divisão pela metade do valor total.

A repartição por sexos dos fluxos de saída resulta do seu peso relativo nas médias estimadas para o período de 1991 a 2012.

A estrutura etária dos fluxos de entrada é deduzida da estrutura etária, para cada um dos sexos, das entradas em Portugal no período intercensitário.

A estrutura etária dos fluxos de saída é deduzida da estrutura etária, para cada um dos sexos, resultante do Inquérito aos Movimentos Migratórios de Saída para os anos de 2011 e 2012.

○ **V.7.4 Ajustamentos dos dados**

Não aplicável.

○ **V.7.5 Comparabilidade e coerência**

Não aplicável.

○ **V.7.6 Confidencialidade dos dados**

1. Indicar se a operação estatística é objeto de tratamento de confidencialidade dos dados (resposta única):

- Sim ☐
- Não ☒

2. Se responder “sim” completar a resposta de acordo com a instrução de preenchimento.

VI. SUPORTES DE RECOLHA E VARIÁVEIS DE OBSERVAÇÃO

1. Variáveis de recolha não-direta:

Fonte (dos dados)	Designação da variável (na origem)	Unidade estatística	Unidade de medida	Informação complementar
Estimativas Anuais da População Residente	População	Indivíduo	N.º	A operação estatística “Estimativas Anuais de População Residente” é um estudo estatístico que se realiza anualmente, de âmbito nacional, tendo por base informação de outras operações estatísticas do INE: nados vivos; óbitos e estimativas de fluxos migratórios internacionais (fluxos de entrada em Portugal ou imigração e fluxos de saída de Portugal ou emigração), assim como informação proveniente de entidades externas ao INE – Serviço de Estrangeiros e Fronteiras (SEF) e Ministério dos Negócios Estrangeiros (MNE).
Nados vivos	Nado vivo	Indivíduo/ nado vivo	N.º	A operação estatística “Nados vivos” resulta do aproveitamento de factos obrigatoriamente sujeitos a registo civil (nascimentos de crianças nascidas vivas) para recolha de informação complementar, estatisticamente relevante, junto das Conservatórias do Registo Civil (CRC).
Óbitos	Óbito	N.º	Indivíduo/ óbito	A operação estatística “Óbitos” resulta do aproveitamento de factos obrigatoriamente sujeitos a registo civil (óbito) para recolha de informação complementar, estatisticamente relevante, junto das Conservatórias do Registo Civil (CRC).

Estimativas de emigrantes	Emigrantes	Indivíduo	N.º	As Estimativas de Emigração são um estudo estatístico que disponibiliza informação estatística anual sobre a dimensão e estrutura por sexo, idade, países ou grupos de países de nacionalidade, de nascimento e de residência anterior, dos fluxos migratórios de saída do território nacional (emigração).
Estimativas de imigrantes	Imigrantes	Indivíduo	N.º	As Estimativas de Imigração são um estudo estatístico que disponibiliza informação estatística anual sobre a dimensão e estrutura por sexo, idade, países ou grupos de países de nacionalidade, de nascimento e de residência anterior, dos fluxos migratórios de entrada (imigração).

VII. VARIÁVEIS DERIVADAS

Não aplicável.

VIII. INDICADORES A DISPONIBILIZAR

Indicador		Variável medida			Dimensões de análise					
					Código	Data início vigência	Designação	Classificação/versão associada		
		Código	Data início vigência	Designação				Código	Designação	Nível
11616/0007827	População residente (projeções 2012-2060 - N.º) por Local de residência (NUTS - 2002), Sexo, Idade e Cenário; Não periódica	12736	26-08-2014	População residente (projeções 2012-2060 - N.º)	190	03-08-2005	Período de referência dos dados	-	-	-
					6148	14-01-2009	Local de residência (NUTS - 2002)	V01521	NUTS 2002 (PT, NUTS II) - variante 1	2
					310	01-01-2005	Sexo	V00305	Sexo (difusão-HM)	2
					12745	01-09-2014	Idade	V03488	Idades (0;<=95 - projeções da população)	2

					12744	01-09-2014	Cenário	Vo3489	Cenários (de projeção de população residente)	1
11617/0007828	Esperança de vida à nascença (projeções 2012-2060 - Ano) por Local de residência (NUTS - 2002), Sexo e Cenário; Não periódica	12737	27-08-2014	Esperança de vida à nascença (projeções 2012-2060 - Ano)	190	03-08-2005	Período de referência dos dados	-	-	-
					6148	14-01-2009	Local de residência (NUTS - 2002)	Vo1521	NUTS 2002 (PT, NUTS II) - variante 1	2
					6073	16-12-2008	Sexo	Vo1485	Sexo (difusão)	1
					12744	01-09-2014	Cenário	Vo3489	Cenários (de projeção de população residente)	1
11618/0007829	Índice sintético de fecundidade (projeções 2012-2060 - N.º) por Local de residência (NUTS - 2002) e Cenário; Não periódica	12738	27-08-2014	Índice sintético de fecundidade (projeções 2012-2060 - N.º)	190	03-08-2005	Período de referência dos dados	-	-	-
					6148	14-01-2009	Local de residência (NUTS - 2002)	Vo1521	NUTS 2002 (PT, NUTS II) - variante 1	2
					12744	01-09-2014	Cenário	Vo3489	Cenários (de projeção de população residente)	1
11619/0007830	Saldo migratório (projeções 2012-2060 - N.º) por Local de residência (NUTS - 2002) e Cenário; Não periódica	12739	27-08-2014	Saldo migratório (projeções 2012-2060 - N.º)	190	03-08-2005	Período de referência dos dados	-	-	-
					6148	14-01-2009	Local de residência (NUTS - 2002)	Vo1521	NUTS 2002 (PT, NUTS II) - variante 1	2
					12744	01-09-2014	Cenário	Vo3489	Cenários (de projeção de população residente)	1
11620/0007831	Índice de dependência de idosos (projeções 2012-2060 - N.º) por Local de residência (NUTS - 2002) e Cenário; Não periódica	12740	27-08-2014	Índice de dependência de idosos (projeções 2012-2060 - N.º)	190	03-08-2005	Período de referência dos dados	-	-	-
					6148	14-01-2009	Local de residência (NUTS - 2002)	Vo1521	NUTS 2002 (PT, NUTS II) - variante 1	2
					12744	01-09-2014	Cenário	Vo3489	Cenários (de projeção de população residente)	1
11621/0007832	Índice de dependência de jovens (projeções 2012-2060 - N.º) por Local de residência (NUTS - 2002) e Cenário; Não periódica	12741	01-09-2014	Índice de dependência de jovens (projeções 2012-2060 - N.º)	190	03-08-2005	Período de referência dos dados	-	-	-
					6148	14-01-2009	Local de residência (NUTS - 2002)	Vo1521	NUTS 2002 (PT, NUTS II) - variante 1	2
					12744	01-09-2014	Cenário	Vo3489	Cenários (de projeção de população residente)	1

11622/ 0007833	Índice de envelhecimento (projeções 2012-2060 - N.º) por Local de residência (NUTS - 2002) e Cenário; Não periódica	12742	01-09-2014	Índice de envelhecimento (projeções 2012-2060 - N.º)	190	03-08-2005	Período de referência dos dados	-	-	-
					6148	14-01-2009	Local de residência (NUTS - 2002)	V01521	NUTS 2002 (PT, NUTS II) - variante 1	2
					12744	01-09-2014	Cenário	V03489	Cenários (de projeção de população residente)	1
11623/ 0007834	Índice de sustentabilidade potencial (projeções 2012-2060 - N.º) por Local de residência (NUTS - 2002) e Cenário; Não periódica	12743	01-09-2014	Índice de sustentabilidade potencial (projeções 2012-2060 - N.º)	190	03-08-2005	Período de referência dos dados	-	-	-
					6148	14-01-2009	Local de residência (NUTS - 2002)	V01521	NUTS 2002 (PT, NUTS II) - variante 1	2
					12744	01-09-2014	Cenário	V03489	Cenários (de projeção de população residente)	1

IX. CONCEITOS

Código	Designação	Definição
199	Nado vivo	Produto do nascimento vivo (Vide Nascimento Vivo).
202	Óbito	Cessaçao irreversível das funções do tronco cerebral.
3374	Nascimento vivo	É a expulsão ou extração completa, relativamente ao corpo materno e independentemente da duração da gravidez, do produto da fecundação que, após esta separação, respire ou manifeste quaisquer outros sinais de vida, tais como pulsações do coração ou do cordão umbilical ou contração efetiva de qualquer músculo sujeito à ação da vontade, quer o cordão umbilical tenha sido cortado, quer não, e quer a placenta esteja ou não retida.
3800	Esperança de vida à nascença	Número médio de anos que uma pessoa à nascença pode esperar viver, mantendo-se as taxas de mortalidade por idades observadas no momento.
180	Idade	Intervalo de tempo que decorre entre a data do nascimento (dia, mês e ano) e as 0 horas da data de referência. A idade é expressa em anos completos, salvo se tratar de crianças com menos de 1 ano, devendo nestes casos ser expressa em meses, semanas ou dias completos.
171	Emigrante permanente	Pessoa (nacional ou estrangeira) que, no período de referência, tendo permanecido no país por um período contínuo de pelo menos um ano, o deixou com a intenção de residir noutro país por um período contínuo igual ou superior a um ano.
185	Imigrante permanente	Pessoa (nacional ou estrangeira) que, no período de referência, entrou no país com a intenção de aqui permanecer por um período igual ou superior a um ano, tendo residido no estrangeiro por um período contínuo igual ou superior a um ano.
192	Migração	Deslocação de uma pessoa através de um determinado limite espacial, com intenção de mudar de residência de forma temporária ou permanente. A

		migração subdivide-se em migração internacional (migração entre países) e migração interna (migração no interior de um país).
208	População residente	<p>Conjunto de pessoas que, independentemente de estarem presentes ou ausentes num determinado alojamento no momento de observação, viveram no seu local de residência habitual por um período contínuo de, pelo menos, 12 meses anteriores ao momento de observação, ou que chegaram ao seu local de residência habitual durante o período correspondente aos 12 meses anteriores ao momento de observação, com a intenção de aí permanecer por um período mínimo de um ano.</p> <p>Notas: este conceito é utilizado no Recenseamento Geral da População (CENSO), pelo que o momento de observação se reporta ao momento censitário e é extensível às Estimativas de População Residente, cuja população de partida se reporta também ao momento censitário.</p>
3642	Residência principal /habitual	Alojamento que constitui a residência de pelo menos um agregado familiar durante a maior parte do ano, ou para onde um agregado tenha transferido a totalidade ou maior parte dos seus haveres.
217	Saldo migratório	<p>Diferença entre o número de entradas e saídas por migração, internacional ou interna, para um determinado país ou região, num dado período de tempo.</p> <p>Notas: O saldo migratório pode também ser calculado pela diferença entre a variação populacional e o saldo natural</p>
218	Saldo natural	Diferença entre o número de nados vivos e o número de óbitos, num dado período de tempo.
187	Índice de dependência de idosos	Relação entre a população idosa e a população em idade ativa, definida habitualmente como o quociente entre o número de pessoas com 65 ou mais anos e o número de pessoas com idades compreendidas entre os 15 e os 64 anos (expressa habitualmente por 100 (10^2) pessoas com 15-64 anos).
188	Índice de dependência de jovens	Relação entre a população jovem e a população em idade ativa, definida habitualmente como o quociente entre o número de pessoas com idades compreendidas entre os 0 e os 14 anos e o número de pessoas com idades compreendidas entre os 15 e os 64 anos (expressa habitualmente por 100 (10^2) pessoas com 15-64 anos).
190	Índice de envelhecimento	Relação entre a população idosa e a população jovem, definida habitualmente como o quociente entre o número de pessoas com 65 ou mais anos e o número de pessoas com idades compreendidas entre os 0 e os 14 anos (expressa habitualmente por 100 (10^2) pessoas dos 0 aos 14 anos).
191	Índice sintético de fecundidade (ISF)	Número médio de crianças vivas nascidas por mulher em idade fértil (dos 15 aos 49 anos de idade), admitindo que as mulheres estariam submetidas às taxas de fecundidade observadas no momento. Valor resultante da soma das taxas de fecundidade por idades, ano a ano ou grupos quinquenais, entre os 15 e os 49 anos, observadas num determinado período (habitualmente um ano civil).
158	Variação populacional	Diferença entre os efetivos populacionais em dois momentos do tempo (habitualmente dois fins de ano consecutivos). A variação populacional pode ser calculada pela soma algébrica do saldo natural e do saldo migratório.
3808	Índice de sustentabilidade potencial	Relação entre a população em idade ativa e a população idosa, definida habitualmente como o quociente entre o número de pessoas com idades compreendidas entre os 15 e os 64 anos e o número de pessoas com 65 ou mais anos (expressa habitualmente por cada pessoa (10^2) com 65 ou mais anos).
211	Relação de	Quociente entre os nados vivos do sexo masculino e os do sexo feminino,

	masculinidade à nascença	ocorridos num determinado período (habitualmente expresso por 100 (10 ²) nados vivos do sexo feminino).
--	-----------------------------	--

X. CLASSIFICAÇÕES

- Lista de classificações utilizadas:

Código (versão)	Designação (versão)	Sigla
V00034	Nomenclatura das unidades territoriais para fins estatísticos, versão 2002	Nuts 2002
V00305	Sexo (difusão-HM)	
V00077	Classificação internacional standard de idades, principal	
V01521	NUTS 2002 (PT, NUTS II) - variante 1	
V03488	Idades (0;<=95 - projeções da população)	
V03489	Cenários (de projeção de população residente)	
V01485	Sexo (difusão)	

XI. SIGLAS E ABREVIATURAS

- Lista de abreviaturas e acrónimos (siglas) utilizados:

Código	Designação	Extensão
4172	INE	Instituto Nacional de Estatística, I. P.
5868	DES/DM	Departamento de Estatísticas Demográficas e Sociais / Serviço de Estatísticas Demográficas
4201	NUTS	Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos
4134	EUROSTAT	Serviço de Estatística das Comunidades Europeias
7185	CGA	Classificação Geral das Atividades do INE
4229	SIGINE	Sistema de Informação de Gestão do INE
4578	UO	Unidade Orgânica
8209	ISF	Índice Sintético de Fecundidade
7744	CRC	Conservatória do Registo Civil
4225	SEF	Serviço de Estrangeiros e Fronteiras
6277	MNE	Ministério de Negócios Estrangeiros

XII. BIBLIOGRAFIA

Brass, W. (1971). On the scale of mortality. In: *Biological Aspects of Demography*, London Taylor and Francis.

Brass, W. (1974). Mortality models and their uses in demography. *Transactions of the Faculty of Actuaries*, 33, 123-132.

Bravo, J. M. (2007). *Tábuas de Mortalidade Contemporâneas e Prospectivas: Modelos Estocásticos, Aplicações Actuariais e Cobertura do Risco de Longevidade*. Dissertação de Doutoramento em Economia, Universidade de Évora.

Brouhns, N., Denuit, M. e Vermunt, J. (2002). A Poisson log-bilinear regression approach to the construction of projected lifetables. *Insurance: Mathematics and Economics*, 31, 373-393.

Denuit, M. and Goderniaux, A. (2005). Closing and projecting life tables using log-linear models. *Bulletin de l'Association Suisse des Actuaries*, 1, 29-49.

Forfar, D., McCutcheon, J. e Wilkie, A. (1988). On Graduation by Mathematical Formula. *Journal of the Institute of Actuaries*, 115, 1-149.

Goodman, L. (1979). Simple models for the analysis of association in cross classifications having ordered categories. *Journal of the American Statistical Association*, 74, 537-552.

Lee, R. e Carter, L. (1992). Modelling and forecasting the time series of US mortality. *Journal of the American Statistical Association*, 87, 659-671.

Lindsey, J. (1997). *Applying Generalized Linear Models*. Springer-Verlag, New York.

McCullagh, P e Nelder, J. (1989). *Generalized Linear Models*. Second Edition, Chapman & Hall, London

McCutcheon, J. (1987). Experiments in graduating the data for the English Life Tables N.º 14. *Transactions of the Faculty of Actuaries*, 40, 135-147.

Renshaw, A. e Haberman, S. (2003). Lee-Carter mortality forecasting with age specific enhancement. *Insurance: Mathematics and Economics*, 33, 255-272.

Schmertmann C. (2003). A system of model fertility schedules with graphically intuitive parameters. *Demographic Research*, 9:81-110.

Schmertmann C. (2005). Quadratic spline fits by nonlinear least squares. *Demographic Research*, 12:105-106.

Siegel, J. S. & Swanson (eds.) (2004). *The Methods and Materials of Demography*, 2nd edition, San Diego: Elsevier, Academic Press.

Wilmoth, J.R., Andreev, K., Jdanov, D. e Gleijeses, D. (2007). *Methods Protocol for the Human Mortality Database*. Human Mortality Database.