



UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

Mariana Leocádia Genrinho Monteiro

**ENVELHECIMENTO DA FORÇA DE TRABALHO E
PRODUTIVIDADE: UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA DO
CASO PORTUGUÊS**

Trabalho de Projeto no âmbito do Mestrado em Economia, na especialidade em Economia Industrial e de Economia do Crescimento e das Políticas Estruturais, orientado pela Professora Doutora Marta Cristina Nunes Simões e apresentado à Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra.

Junho de 2019



FEUC FACULDADE DE ECONOMIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Mariana Leocádia Genrinho Monteiro

Envelhecimento da força de trabalho e produtividade: uma análise exploratória do caso português

Trabalho de Projeto do Mestrado em Economia, na especialidade em Economia Industrial e em Economia do Crescimento e das Políticas Estruturais, apresentado à Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra para obtenção do grau de Mestre

Orientado por: Doutora Marta Simões

Junho 2019

À família e aos amigos.

Agradecimentos

À minha orientadora, Professora Doutora Marta Simões, dedico o meu sincero obrigado pela atenção, pelos conhecimentos e pela ajuda concedida e ainda agradeço profundamente a disponibilidade que sempre teve para comigo ao longo deste Trabalho de Projeto.

Aos meus pais e manos agradeço imensamente a presença, o apoio e o amor incondicional que sempre me dedicam nos momentos mais felizes ou infelizes, e desculpo-me pela falta de tempo que muitas vezes tenho para com eles. Agradeço ainda a capacidade que têm de me desligarem dos problemas e das preocupações.

Ao Ricardo, a minha rede de trapézio, que nunca duvida e, sobretudo, nunca me deixa esquecer das minhas capacidades. Agradeço à sua paciência e aos seus ouvidos que estão sempre disponíveis, independentemente da hora e do dia. Agradeço ainda por todos os dias me ensinar a encarar a vida com coragem, força e determinação.

Aos amigos que se preocupam comigo e que também me abençoam com o seu apoio e com os seus conselhos.

Agradeço ainda à inspiração e às discussões construtivas que realizei entre amigos e familiares, ajudando-me a estabelecer ideias e a compor este Trabalho de Projeto.

A todos, muito obrigada!

Resumo

A força de trabalho, tanto na Europa como em Portugal, encontra-se cada vez mais envelhecida, sendo possível observar os grupos etários mais velhos a aumentarem e os mais jovens a diminuírem de proporção relativamente ao total da população em idade ativa. Esta situação descrita não apresenta quaisquer perspetivas de abrandamento, assim, o propósito deste trabalho de projeto é estudar o impacto do envelhecimento da força de trabalho no comportamento do produto por trabalhador. De igual forma, são analisados alguns canais através dos quais estas alterações demográficas afetam o crescimento económico, via acumulação de fatores, em particular acumulação de capital físico ou de capital humano, e via produtividade total de fatores (PTF). Verificou-se que, em Portugal, tendo por base os resultados de uma estimação OLS (mínimos quadrados ordinários), por cada aumento de 1% da taxa de crescimento da proporção de trabalhadores mais velhos, entre os 55 e os 64 anos, o crescimento do produto por trabalhador é prejudicado em, aproximadamente, 0,84 pontos percentuais e o principal canal pelo qual isto se verifica é por via da redução da contribuição da PTF. Por outro lado, tendo por base a estimação de um modelo VAR (vetor autorregressivo), utilizando também dados para Portugal, face a um choque temporário de um desvio padrão na taxa de crescimento da proporção de trabalhadores mais velhos, ao fim de dez anos em análise, o impacto global desse choque em termos de crescimento do produto por trabalhador é de -0,00244 pontos percentuais. O mesmo se verifica para a Zona Euro onde, recorrendo a dados em painel, se verificou que, partindo de uma estimação com efeitos fixos, um aumento de 1% na proporção de trabalhadores entre os 55 e os 64 anos afeta o crescimento do produto por trabalhador em -0,34 pontos percentuais e, da mesma forma, o principal canal pelo qual isto se verifica é por via da redução da contribuição da PTF.

Palavras-chave: Envelhecimento da Força de Trabalho; Produtividade; Mecanismos de Transmissão; Portugal

Classificação JEL: E23, J11, O30, O47

Abstract

The workforce in Europe and Portugal is aging rapidly. It is possible to see the older cohorts rising and the youngest decreasing in proportion of the total working-age population. This situation is happening without any prospect of slowing down. Taking this into account, this work project studies the impact of workforce aging on the behavior of output per worker and also examines the main channels through which these demographic changes affect economic growth, the accumulation of production factors, such as physical or human capital, and total factor productivity (TFP). The results from an OLS (ordinary least squares) estimation indicate that in Portugal an increase of 1% in the growth rate of the older workers proportion (aged 55-64) will negatively affect the output per worker growth by approximately 0,84 percentual points. In addition, the main channel through which this occurs is through the reduction of the contribution of TFP. The results from a VAR (vector autoregression) model estimation indicate that after 10 years a temporary one standard deviation shock in the growth rate of the proportion of older workers will affect overall output per worker growth in -0,00244 percentual points. The same happens in the Eurozone. Using panel data and estimating with fixed effects, the results indicate that a 1% increase in the growth rate of the proportion of older workers will negatively affect output per worker growth in approximately -0,34 percentual points and the main channel through which this occurs is also through the reduction of the contribution of TFP.

Keywords: Workforce Aging; Productivity; Channels of Growth; Portugal

JEL Classification: E23, J11, O30, O47

Índice

1.	Introdução	1
2.	Revisão da literatura	3
3.	Estratégia empírica e dados	7
4.	Resultados	13
4.1.	Estimações OLS com dados para Portugal	13
4.2.	Estimações VAR com dados para Portugal	19
4.3.	Estimações LSDV com dados para a Zona Euro	28
5.	Conclusão.....	32
	Lista de referências bibliográficas	34
	Anexos	35

1. Introdução

Portugal tem vindo a deparar-se com taxas de fecundidade cada vez menores, 1,37 filhos por mulher em 2017, face a 1,55 em 2000, segundo o INE. Por outro lado, a esperança média de vida nunca foi tão elevada, 80,78 anos. Posto isto, a população portuguesa encontra-se cada vez mais envelhecida e a força de trabalho não é exceção, passando de relativamente jovem a relativamente idosa. Os grupos etários mais jovens, 15-24 anos e 25-34 anos, têm diminuído de proporção: em 2000 representavam 27,9% e 29% da população ativa, respetivamente; enquanto em 2017 eram somente 20,5% e 21,6%. Por outro lado, os grupos etários mais velhos, 45-54 anos e 55-64 anos, que em 2000 representavam 24,5% e 20,8%, passaram em 2017 para 28,4% e 25,7% da população ativa, segundo dados da PORDATA. Neste contexto, o índice de dependência dos idosos aumentou de forma acentuada, passando de 26,6 em 2007 para 33,3 em 2017, sendo este valor superior à média da União Europeia, 29,9 (Eurostat). Assim, hoje existem em Portugal cerca de 3 pessoas em idade ativa por cada indivíduo acima dos 65 anos, enquanto há vinte anos atrás haviam 5. Ainda segundo dados do INE de 2015, Portugal foi o quinto país da UE com maior índice de envelhecimento, apresentando o terceiro valor mais baixo do índice de renovação da população em idade ativa, o terceiro maior aumento da idade mediana entre 2003 e 2013 e era o quarto país com maior proporção de idosos.

Em simultâneo, Portugal registou um abrandamento da sua taxa de crescimento: entre 1996-2000 cresceu a uma taxa média anual de 4,08%, superior à média da União Europeia a 28 (UE28), correspondente a 2,92%; já no período 2001-2017, que engloba a crise económica de 2007-08 e a crise da dívida soberana e o subsequente período de assistência económica e financeira por parte da *Troika* (2011-14), essa taxa baixou para 0,45% contra os 1,42% da UE28 (PORDATA). No que respeita à produtividade do trabalho, Portugal apresenta níveis de produtividade por hora de trabalho bastante inferiores aos da UE28, correspondendo a apenas cerca de 68% do nível médio da produtividade horária dos 28 estados membros da UE (valor médio 2000-2017).

Estudos anteriores destacam a importância económica do envelhecimento da população, nomeadamente dos seus impactos em termos de crescimento económico. Ao longo da vida e à medida que vão envelhecendo, os trabalhadores sofrem uma depreciação do seu conhecimento e perdem capacidades mentais e físicas; além disso, com o aumento da idade, aumentam também as dificuldades de adaptação às novas tecnologias, o que diminui a sua produtividade. Autores como Aiyar, Ebeke & Shao (2016) e Feyrer (2007;2008)

mostram que o envelhecimento da força de trabalho prejudica o crescimento económico na Europa, sobretudo através de um menor crescimento da produtividade total de fatores (PTF). No caso português, Albuquerque (2015) demonstra que a redução da população em idade ativa relativamente à população total contribuiu, entre 1998 e 2013, negativamente para o crescimento do PIB per capita, na ordem dos 0,194%, em média. Assim, o envelhecimento da população influencia o desempenho económico mediante vários mecanismos, traduzindo-se em diferentes impactos.

Face ao exposto, o presente trabalho de projeto tem como principal objetivo analisar o impacto do envelhecimento da força de trabalho no crescimento da produtividade do trabalho em Portugal e os mecanismos de transmissão subjacentes, em particular a acumulação de fatores, capital físico e humano, e a produtividade total dos fatores.

Para alcançar estes objetivos será adotada a metodologia de análise desenvolvida em Feyrer (2007;2008) e Aiyar, Ebeke & Shao (2016), adaptada ao caso português. Utilizar-se-á um modelo econométrico cuja variável dependente é a taxa de crescimento do produto real por trabalhador e a principal variável explicativa é o peso dos trabalhadores mais velhos na força de trabalho, em particular dos trabalhadores entre os 55 e os 64 anos de idade. Posteriormente, tendo por base uma função de produção agregada do tipo Cobb-Douglas, analisar-se-á os canais pelos quais o envelhecimento da força de trabalho afeta o crescimento do produto real por trabalhador. Assim, é possível analisar separadamente dois efeitos, o efeito via acumulação de fatores (capital físico e humano) e o efeito via a PTF, verificando-se qual deles o mais importante. Os primeiros dados utilizados dizem respeito a Portugal e foram recolhidos do INE, Pordata, *Penn World Table* e AMECO, abrangendo o período temporal desde 1971 até 2017. Posteriormente, utilizar-se-ão dados para a Zona Euro obtidos da AMECO, Pordata e *Penn World Table*, compreendendo o período temporal desde 1960 até 2017.

O remanescente deste trabalho de projeto desenvolve-se da seguinte forma: após a introdução, a secção 2 contém uma revisão da literatura relevante. Na secção 3 descreve-se a estratégia empírica adotada e identificam-se os principais dados, enquadrando a situação de Portugal no que respeita às principais variáveis em análise, face à UE. Na secção 4 serão expostos os principais resultados obtidos, e, por último, na secção 5, são apresentadas as principais conclusões.

2. Revisão da literatura

Portugal registou em 2017, segundo o INE, uma taxa de fecundidade de apenas 1,37 filhos por mulher, valor bastante abaixo da taxa de substituição¹, e atingiu um índice de dependência dos idosos no valor de 33,3. Como tal, a população portuguesa encontra-se cada vez mais envelhecida, sendo estes números fonte de preocupação para governantes e sociedade em geral. Neste contexto, perceber os mecanismos económicos, pelos quais o envelhecimento da população afeta o crescimento de um país, torna-se uma prioridade.

Nagarajan, Teixeira & Silva (2016), num artigo de revisão do estado da arte, destacam três mecanismos pelos quais o envelhecimento da população afeta o crescimento económico. O primeiro mecanismo refere-se a mudanças nos padrões de consumo e poupança. Com o aumento da esperança média de vida, os idosos permanecem no mercado de trabalho por mais tempo, aumentando o seu rendimento, o que lhes permite manter um nível consumo elevado após a sua reforma. Além disso, os idosos tendem a consumir mais bens de saúde e outros serviços. Assim as autoras justificam um impacto positivo do envelhecimento sobre o crescimento económico, uma vez que, pelas razões apontadas, o consumo agregado por parte dos idosos aumenta, sendo esta uma componente importante do PIB; por outro lado, a poupança diminui, reduzindo a acumulação de capital. Contudo, numa análise de 25 artigos, as autoras concluíram que, por via deste mecanismo, nos países desenvolvidos os efeitos compensam-se, enquanto que em países em desenvolvimento o efeito positivo prevalece.

O segundo mecanismo identificado por Nagarajan, Teixeira & Silva (2016) está relacionado com a despesa social pública. O envelhecimento da população afeta tanto a receita como a despesa pública. Por um lado, diminuem as receitas via impostos, pois há menos contribuintes, por outro lado, com o aumento do número de reformados e o aumento da esperança média de vida, dar-se-á uma maior alocação de recursos para gastar com idosos (pensões de reforma, saúde, etc.), que, noutros contextos demográficos, poderiam ser direcionados para outros fins, tais como o investimento público. Deste gasto acrescido com idosos resulta um aumento do défice público, que conseqüentemente origina maiores taxas de juro. Acresce ainda o facto de os reformados serem cada vez mais instruídos e, por isso, auferirem de pensões cada vez mais elevadas. Assim, a maioria dos estudos empíricos

¹ A taxa de substituição da população é 2,1 filhos. Este valor assegura a reposição do casal, assumindo 0,1 pontos percentuais devido à mortalidade infantil, tendo em conta que os fluxos de migração e a taxa de mortalidade se mantêm constantes, segundo a OCDE.

analisados pelas autoras demonstra que este mecanismo tem um impacto negativo no crescimento económico.

Por último, Nagarajan, Teixeira & Silva (2016) analisam a influência do envelhecimento sobre o crescimento via acumulação de capital humano, que se trata do mecanismo com argumentos e resultados mais discrepantes. Alguns autores defendem que trabalhadores com diferentes idades não são substitutos perfeitos: apesar de os mais velhos terem maior experiência, perdem produtividade devido à diminuição da sua capacidade física. Desta forma, o envelhecimento da população é prejudicial ao crescimento económico, uma vez que se traduz num aumento da proporção de trabalhadores em idades mais avançadas e logo numa redução da produtividade agregada. Junta-se ainda o facto de a força de trabalho estar a diminuir. Outros autores defendem que, sendo as economias modernas cada vez mais mecanizadas, a perda de capacidade física dos mais velhos não será relevante e não haverá impacto negativo significativo na produtividade agregada, sendo indiferente a idade dos trabalhadores. É também destacado o aumento da participação das mulheres na força de trabalho, que contribui para o aumento do número de trabalhadores. No entanto, este fenómeno reduz ainda mais as taxas de fertilidade, que no futuro provoca um agravamento do envelhecimento da população e da redução da população ativa.

Apresentados os mecanismos anteriormente descritos, é igualmente importante atender às baixas taxas de fertilidade com que muitos países europeus, nomeadamente Portugal, se têm debatido, uma vez que esta é determinante para a estrutura etária populacional no longo prazo.

Portugal, como mencionado anteriormente, trata-se de um país com taxas de fertilidade baixas e inferiores à taxa de substituição. Striessnig & Lutz (2013) são autores otimistas quanto a este tópico e, recorrendo a um indicador de bem-estar social sensível à produtividade dos indivíduos, aos custos com pensões dos reformados e aos custos com educação, demonstraram que o nível ótimo de filhos por mulher pode ser bastante inferior a 2,1. Mudanças no rácio de pessoas que descontam para a segurança social e de pessoas que dela beneficiam pode diminuir o bem-estar per capita; no entanto, um aumento dos rácios de dependência pode ser contrabalançado por um incremento da educação dos grupos etários mais jovens, por esta via aumentando a sua produtividade. Os autores utilizaram dados baseados no valor inicial das estruturas etárias populacionais e das probabilidades de sobrevivência (2010) de diversos países europeus, introduzindo heterogeneidade através de diferentes níveis de educação. A cada nível de educação e bem-estar social corresponde uma determinada taxa de fertilidade. Os resultados mostraram que, para níveis de escolaridade

mais baixos, o ótimo social corresponde a cerca de 2 crianças por mulher, mas para níveis mais elevados esse ótimo é atingido com apenas 1,4 a 1,7 filhos. Assim, taxas de fertilidade abaixo da substituição podem ser ótimas se a sociedade estiver disposta a gastar mais em educação nos grupos etários mais jovens.

Infelizmente, em Portugal a taxa de fertilidade é apenas de 1,37 e, como tal, encontra-se abaixo desse intervalo de 1,4 a 1,7 filhos por mulher. Além disso, a escolaridade obrigatória ainda só vai até ao 12º ano e a educação superior não é gratuita nem acessível a todos, logo o país pode não conseguir contrabalançar a sua baixa taxa de fertilidade com maior escolaridade dos mais novos e dos seus trabalhadores. Desta forma, é importante entender quais as implicações desta situação, uma vez que afeta a estrutura etária da população, envelhecendo-a. Deve-se assim proceder à análise de outros estudos empíricos, de forma a averiguar qual o sinal e a magnitude dos efeitos do envelhecimento da população, procurando desta forma enquadrar o caso português.

Werding (2008) e Feyrer (2007) foram autores que exploraram a ideia de que trabalhadores pertencentes a diferentes grupos etários apresentam diferentes níveis de produtividade. Werding (2008), com o objetivo de explorar os impactos que a composição etária da força de trabalho pode ter sobre a taxa de crescimento do produto por trabalhador e sobre a taxa de crescimento da PTF, recorreu a dados de 106 países, entre eles 27 pertencentes à OCDE, desde 1960 até 2000, em intervalos de cinco em cinco anos, utilizando um modelo econométrico onde a variável dependente é o crescimento da PTF e as principais variáveis explicativas os diferentes grupos etários. Os resultados sugerem a existência de uma relação em forma de U invertido entre a proporção de trabalhadores pertencentes a diferentes grupos etários e a sua produtividade. Isto explica-se pelo facto de trabalhadores mais jovens serem menos produtivos, uma vez que são menos experientes. Assim, até aos 40-49 anos, a produtividade vai aumentando, sendo este o grupo etário em que a produtividade atinge o pico; mas, a partir dos 50 anos, as contribuições dos trabalhadores vão sendo cada vez menos significativas devido a uma deterioração das capacidades físicas e mentais. Desta forma, o desempenho económico de um país é prejudicado pelo envelhecimento da força de trabalho.

Feyrer (2007; 2008) também concluiu que mudanças demográficas na força de trabalho têm uma correlação significativa com a taxa de crescimento da produtividade do trabalho e com o produto. Assim, diferenças na estrutura etária dos países explicam as suas diferenças a nível de produtividade. Foi encontrada a mesma relação em forma de U invertido entre a proporção de trabalhadores pertencentes a diferentes grupos etários e a sua

produtividade. Por exemplo, países com uma força de trabalho muito jovem ou muito velha têm menor produtividade. Os modelos econométricos utilizados tiveram como variável dependente a taxa de crescimento do produto por trabalhador e a taxa de crescimento da PTF. Como variáveis explicativas foram utilizadas a variação da proporção de trabalhadores pertencentes a diferentes grupos etários. A amostra engloba, alternadamente, 87 países e, posteriormente, só os países da OCDE (19 países em Feyrer (2007) e 21 em Feyrer (2008)), indo desde 1960 até 1990, em intervalos de 5 anos. Ambas as amostras foram consistentes em mostrar que uma estrutura etária muito jovem ou muito envelhecida é prejudicial à taxa de crescimento do produto por trabalhador.

Partindo da metodologia descrita no parágrafo anterior, Aiyar, Ebeke & Shao (2016), foram outros autores que verificaram que o envelhecimento da força de trabalho reduz o crescimento da produtividade do trabalho. Além disso, identificaram que o principal mecanismo de transmissão subjacente é o crescimento da PTF e não a acumulação de fatores, capital físico e humano. Os autores identificaram ainda medidas de política que poderiam minorar os efeitos negativos das alterações demográficas, tais como melhores condições de saúde, inovação, acumulação de capital humano, flexibilidade do mercado de trabalho e menor carga fiscal. O período em análise é 1950-2014, abrangendo os estados membros da UE.

No caso português, segundo Albuquerque (2015), a redução da população em idade ativa relativamente à população total já prejudicou a evolução do produto por trabalhador. Isto verificou-se para o período entre 1999 e 2014, conclusão retirada pela autora a partir da decomposição da taxa de crescimento do PIB per capita português em quatro componentes: demográfica, que consiste na população em idade de trabalho relativamente à população total; emprego, que relaciona o número de trabalhadores face ao total da população em idade ativa; horas de trabalho, que se trata do quociente entre o número de horas trabalhadas e o número total de trabalhadores; e produtividade por hora, que expressa o PIB relativamente ao total de horas trabalhadas. A primeira componente, a demográfica, apresentou pequenas, mas constantes, contribuições negativas, na ordem dos 0,194%, em média, evidenciando a importância da análise mais detalhada do impacto económico destas alterações demográficas, nomeadamente do envelhecimento da população, uma vez que podem ter implicações importantes sobre o crescimento do produto do país no longo prazo.

Lopes & Albuquerque (2012), através de uma análise de dados retirados dos Quadros de Pessoal para os anos de 1989, 1999 e 2009, identificaram as mudanças na estrutura etária da força de trabalho portuguesa. Os autores verificaram que, de 1989 para

2009, a proporção de trabalhadores mais velhos, acima dos 55 anos, aumentou de 8,22% para 10,57%; além disso, estes trabalhadores eram significativamente menos instruídos que os trabalhadores mais novos. Desta forma, verifica-se um aumento de proporção de um grupo etário relativamente menos instruído, relevante para este trabalho de projeto, pois pode ter consequências negativas no produto por trabalhador em Portugal.

Tendo por base esta revisão da literatura, é importante a realização de um estudo empírico direcionado apenas para Portugal para entender os efeitos efetivos do envelhecimento da população, sobretudo o impacto que o envelhecimento da força de trabalho exerce sobre o produto por trabalhador no país em questão. Desta forma, o presente trabalho de projeto baseia-se sobretudo na metodologia de Feyrer (2007; 2008) e Aiyar, Ebeke & Shao (2016) para analisar o impacto do envelhecimento da força de trabalho no crescimento económico, metodologia que é descrita em detalhe na secção seguinte.

3. Estratégia empírica e dados

Como já anteriormente referido, será adotada a metodologia de análise desenvolvida em Feyrer (2007; 2008) e Aiyar, Ebeke & Shao (2016), adaptada ao caso português. O modelo econométrico que se irá estimar inicialmente tem como variável dependente a taxa de crescimento anual do produto real por trabalhador e como principal variável explicativa a proporção de trabalhadores mais velhos na força de trabalho. Também inclui o índice de dependência dos idosos e o índice de dependência dos jovens, de acordo com a equação (1):

$$\Delta \log y_t = \theta_0 + \theta_1 w55_t + \theta_2 IDI_t + \theta_3 IDJ_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

onde y corresponde ao produto real por trabalhador, sendo $\Delta \log y$ a taxa de crescimento anual do produto real por trabalhador, $w55$ é a proporção de trabalhadores entre os 55 e os 64 anos na força de trabalho, IDI é o índice de dependência dos idosos² e IDJ é o índice de dependência dos jovens³. O coeficiente θ_0 representa a constante do modelo em causa e ε_t é

² Este indicador dá-nos o rácio entre o número de pessoas com idade igual ou superior a 65 anos (idade em que as pessoas geralmente se tornam inativas) e o número de pessoas em idade ativa, entre os 15 e os 64 anos. O seu valor é expresso por cada 100 pessoas em idade ativa (Eurostat).

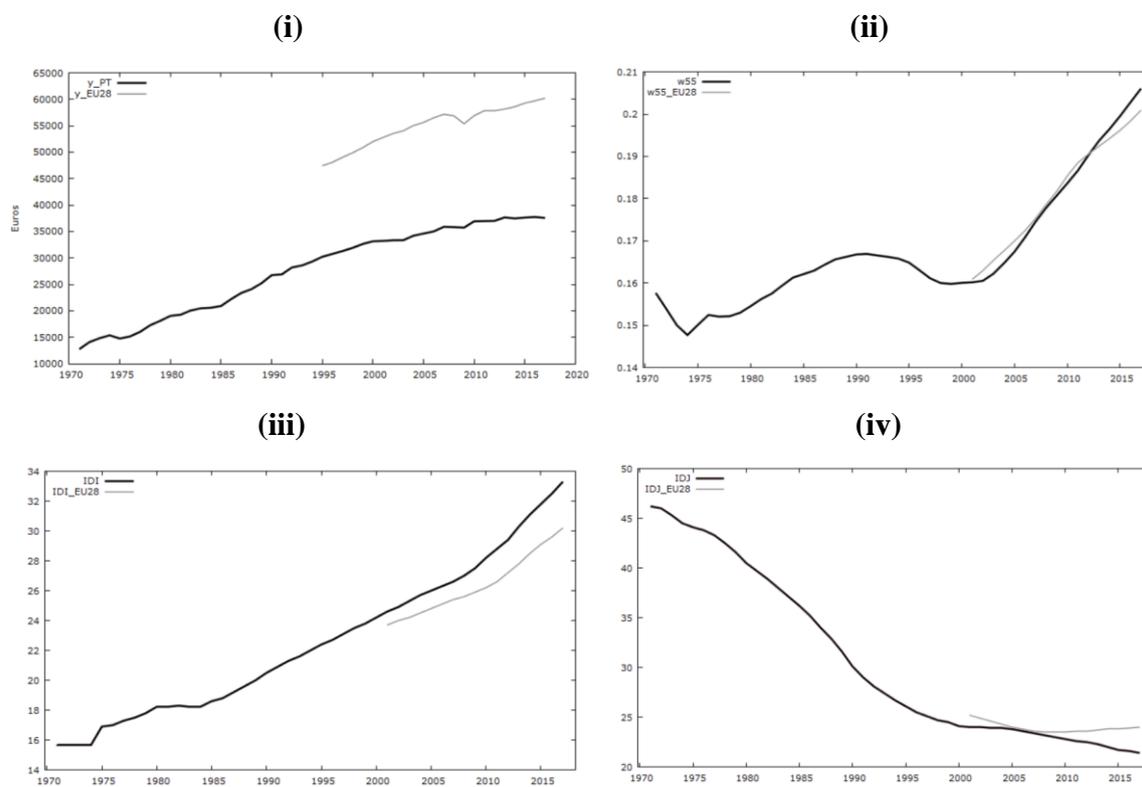
³ Este indicador dá-nos o rácio entre o número de pessoas com idade compreendida entre os 0 e os 14 anos e o número de pessoas em idade ativa, entre os 15 e os 64 anos. O seu valor é expresso por cada 100 pessoas em idade ativa (INE).

o termo de erro. De acordo com Feyrer (2007; 2008) e Aiyar, Ebeke & Shao (2016), espera-se que o coeficiente θ_1 tenha um sinal negativo, comprovando que o aumento da proporção de trabalhadores mais velhos poderá ser prejudicial ao crescimento da produtividade e logo ao crescimento económico, uma vez que os trabalhadores perdem capacidades mentais e físicas, têm maior dificuldade de adaptação às novas tecnologias e sofrem uma depreciação dos seus conhecimentos. Também é esperado que θ_2 e θ_3 tenham sinal negativo, evidenciando que, perante um aumento dos índices de dependência, o crescimento económico seja prejudicado, via abrandamento da produtividade por trabalhador, pois menos trabalhadores, para uma dada população fixa, produzem menos produto por trabalhador.

Os dados relativos aos índices de dependência foram recolhidos do INE, a proporção de trabalhadores entre os 55 e os 64 anos foi obtida da PORDATA e, por fim, o produto real a preços constantes de 2010 e o número de trabalhadores foram retirados da AMECO. O modelo será estimado com dados anuais que começam em 1971 e vão até 2017. Através da Figura 1 podemos observar a evolução destes mesmos dados e, ainda, compará-los com a situação média da União Europeia (UE28).

Como podemos observar pelo gráfico (i) da Figura 1, Portugal caracteriza-se por ter um produto por trabalhador bastante inferior à média da UE28: em 1995, Portugal produzia 30221,73€ por trabalhador enquanto que em média a UE produzia 47430,20€; em 2017, esses valores eram respetivamente 37567,84€ e 60216,24€, o que constituiu um ritmo de crescimento de 1% em média para Portugal e 1,1% para a UE28, originando assim uma divergência entre ambos. Pelo gráfico (ii) a proporção de trabalhadores mais velhos entre os 55 e os 64 anos, tanto Portugal como a UE, apresenta uma tendência crescente acentuada. Em 2001 os valores eram próximos, cerca de 16% para ambos; em 2017, os valores eram respetivamente 20,6% e 20,1%. Através do gráfico (iii) é possível verificar que o índice de dependência dos idosos também tem tido ao longo dos anos uma tendência crescente; no entanto, Portugal tem-se vindo afastar da UE pelos seus valores superiores - em 2001 os valores eram respetivamente 24,6 e 23,7, enquanto que em 2017 eram 33,3 e 30,2. Por último, o gráfico (iv) contém o índice de dependência dos jovens e, como é de esperar, uma vez que se trata de um país envelhecido, esta é a única variável em que Portugal fica aquém da UE, apresentando uma tendência negativa acentuada: em 2001 os valores eram respetivamente 24 e 25,2, enquanto em 2017 passaram a 21,4 e 24, respetivamente.

Figura 1: Produto por trabalhador, trabalhadores entre os 55 e os 64 anos em proporção da população ativa, índice de dependência dos idosos e índice de dependência dos jovens, em Portugal e na UE28, 1971-2017



Fontes: AMECO, INE, PORDATA.

Posteriormente, tendo por base uma função de produção agregada Cobb-Douglas, analisar-se-á os canais através dos quais o envelhecimento da força de trabalho pode afetar o crescimento do produto real por trabalhador, correspondendo a:

$$y_t = k_t^\alpha (h_t A_t)^{1-\alpha} \quad (2)$$

onde k representa o stock de capital real por trabalhador, h é o capital humano por trabalhador, A é a produtividade total de fatores (PTF) e α é a participação do capital no produto, assumindo valores entre 0 e 1 e usualmente fixada em 1/3. A função de produção descrita em (2) pode ainda ser escrita da seguinte forma:

$$y_t = \left(\frac{K}{Y}\right)_t^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} A_t h_t \quad (3)$$

Aplicando logaritmos e primeiras diferenças a ambos os lados da equação obtém-se a equação (4), onde g representa a primeira diferença dos logaritmos:

$$g_t^y = \frac{\alpha}{1-\alpha} g_t^{K/Y} + g_t^A + g_t^h \quad (4)$$

Esta decomposição permite estimar o impacto do envelhecimento da força de trabalho sobre o produto real por trabalhador, considerando a sua influência sobre a taxa de crescimento do coeficiente capital-produto, a taxa de crescimento do capital humano por trabalhador e a taxa de crescimento da PTF. Assim é possível analisar separadamente dois efeitos, o efeito via acumulação de fatores (capital físico e humano) e o efeito via PTF, verificando qual deles o mais importante. Os dados relativos ao stock de capital a preços constantes de 2010 foram recolhidos da AMECO e englobam o horizonte temporal desde 1971 até 2017. Quanto aos dados referentes ao capital humano por trabalhador estes foram recolhidos da *Penn World Table*, indo de 1971 até 2014. Para obter os restantes 3 valores em falta calculou-se a taxa de crescimento média dos últimos 10 anos e aplicou-se esta ao ano de 2014, 2015 e 2016. A PTF foi obtida a partir da equação (2), fazendo uso das séries temporais anteriormente referidas: da AMECO utilizou-se o número de trabalhadores, o produto real a preços constantes de 2010 e o stock de capital a preços constantes de 2010; e da *Penn World Table* o capital humano por trabalhador.

Para este efeito será estimado um modelo VAR (Vetor Autorregressivo) constituído por quatro variáveis endógenas ordenadas⁴ da seguinte forma: taxa de crescimento da proporção de trabalhadores entre os 55 e os 64 anos; taxa de crescimento do capital humano por trabalhador; taxa de crescimento da PTF e taxa de crescimento do coeficiente capital-produto. O modelo VAR irá adotar a forma descrita na equação (5), onde X representa o vetor coluna das quatro variáveis em cima descritas. A esta equação poderá ser acrescentada a variável tendência, apenas no caso de alguma das variáveis ser estacionária apenas em tendência.

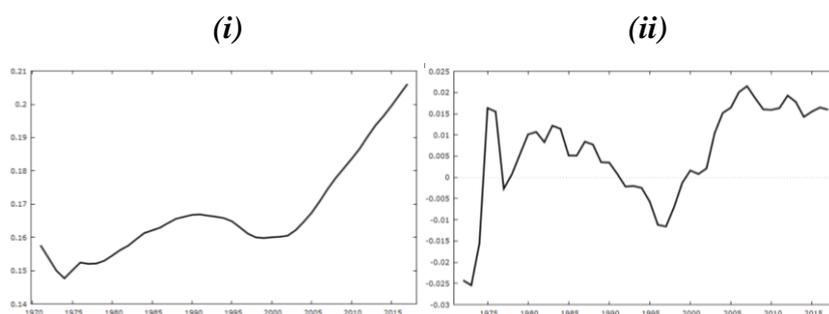
$$X_t = \alpha + \beta_1 X_{t-1} + \beta_2 X_{t-2} + \dots + \beta_p X_{t-p} + \varepsilon_t \quad (5)$$

Podemos observar o comportamento destas variáveis, tanto em níveis como em taxas de crescimento, através das figuras 2(i) e (ii) a 5(i) e (ii).

⁴ A explicação para a ordenação adotada encontra-se nas páginas 21 e 22.

Na Figura 2(i) está representada a série temporal da proporção de trabalhadores mais velhos, sendo possível observar uma evolução crescente acentuada, em 2001 esta variável situava-se no valor de 24,6, mas em 2017 já representava 33,3. Na Figura 2(ii) está representada a taxa de crescimento da variável descrita anteriormente, sendo possível observar que desde 2000 esta tem sido positiva e elevada.

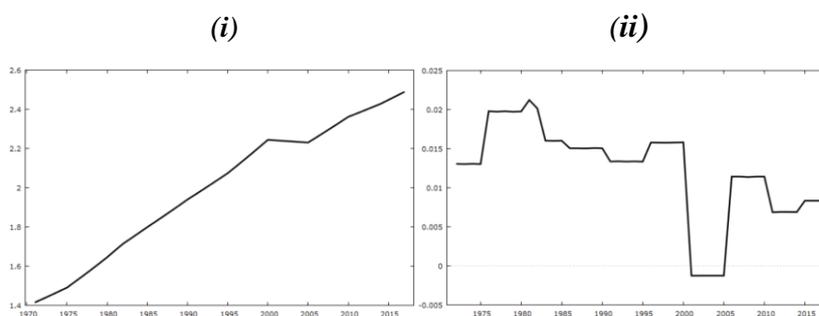
Figura 2: Trabalhadores entre os 55 e os 64 anos em proporção da população ativa, em níveis e em taxa de crescimento, em Portugal, 1971-2017



Fonte: PORDATA e elaborado pela autora.

Na Figura 3 a variável em causa trata-se do capital humano por trabalhador. Em níveis esta variável apresenta uma tendência crescente bastante acentuada, representando 1,4 em 1971 e 2,5 em 2017. Quanto à variável em taxas de crescimento, esta tem-se mantido positiva em quase todo o período em análise, contudo entre 2000 e 2005 esta registou taxas negativas, mas muito próximas de zero.

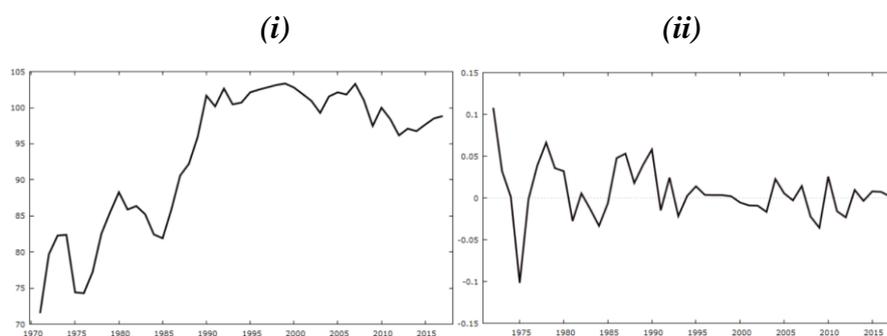
Figura 3: Capital humano por trabalhador, em níveis e em taxa de crescimento, em Portugal, 1971-2017



Fonte: Penn World Table e elaborado pela autora.

Na Figura 4(i) é possível observar a variável PTF em níveis. Desde 1971 até 2017 a evolução desta foi considerável, passando de 71 para aproximadamente 100 (índice de base 2010). Na Figura 4(ii) encontra-se a taxa de crescimento da variável PTF, a qual apresenta um comportamento irregular. Comparando a amplitude sua ao longo do tempo, nos últimos anos a amplitude desta era bastante inferior à registada nos anos anteriores, evidenciando o abrandamento que se pode observar no final do período em 4(i).

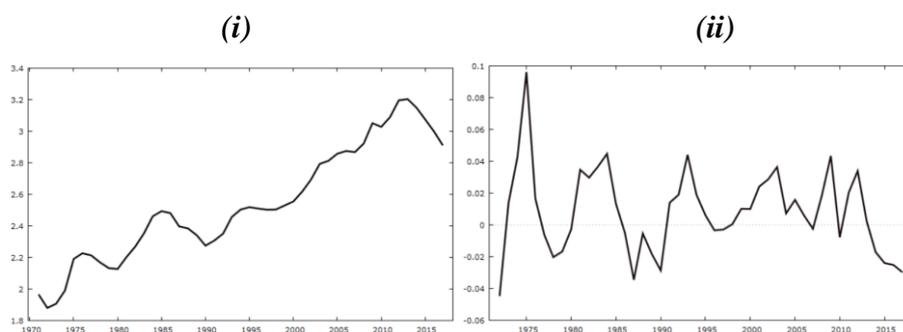
Figura 4: Produtividade total de fatores, em níveis e em taxa de crescimento, em Portugal, 1971-2017



Fonte: elaborado pela autora.

A Figura 5 representa o coeficiente capital-produto, tanto em níveis como em taxas de crescimento. Esta variável, como se pode observar pela Figura 5(i) apresenta uma tendência crescente ao longo do período em análise, contudo a partir de 2012 esta tendência inverteu-se, decrescendo desde então. Quanto à taxa de crescimento desta variável, é possível observar períodos irregulares de crescimento e de decréscimo ao longo dos anos. Nos anos mais recentes, desde 2013, apresenta valores negativos.

Figura 5: Coeficiente capital-produto, em níveis e em taxa de crescimento, em Portugal, 1971-2017



Fonte: elaborado pela autora.

Tendo em conta a estratégia empírica em cima descrita, é relevante desde já advertir para a existência de estimações, em tudo iguais às explicadas anteriormente, mas, ao invés de utilizar o produto por trabalhador e a PTF, fazem uso do produto por hora trabalhada (YH) e da PTF por hora trabalhada (AH), com o intuito de testar a robustez dos modelos. Para atingir o mesmo fim, também será possível encontrar estimações OLS utilizando as componentes do PIB (h, A, AH, KY) como variáveis dependentes. Da mesma forma, estimar-se-á o modelo VAR descrito com outras variáveis populacionais, além de w55, alternativamente ou cumulativamente.⁵

4. Resultados

4.1. Estimções OLS com dados para Portugal

Antes de proceder à estimação das equações descritas na secção anterior é necessário testar a estacionaridade das variáveis em questão e a existência de cointegração descrita pela equação (1).

A Tabela 1 contém os resultados de quatro testes diferentes (KPSS e ADF, com e sem tendência) relativos à existência de raiz unitária das variáveis que serão utilizadas ao longo deste trabalho de projeto. Os valores a negrito sugerem estacionaridade e, como é possível observar, as variáveis taxas de crescimento do produto por trabalhador, taxa de crescimento da proporção de trabalhadores mais velhos e a taxa de crescimento do índice de dependência de idosos são estacionárias. O índice de dependência de idosos é uma variável estacionária em níveis e em segundas diferenças, não se verificando esta propriedade em primeiras diferenças. A variável ID é o índice de dependência composto, ou seja, é a soma de IDI e IDJ, sendo esta variável estacionária quando em primeiras diferenças. Esta variável será utilizada caso haja colinearidade entre w55 e IDI, caso os coeficientes estimados sejam mais adequados, ou, ainda, caso não seja apropriado usar IDJ em níveis nem em primeiras diferenças. O capital humano por trabalhador, a PTF e o coeficiente capital-produto também são estacionárias quando em primeiras diferenças. Por último, as taxas de crescimento do produto por hora trabalhada (YH) e da PTF por hora trabalhada (AH) também são estacionárias segundo os 4 testes.

⁵ Também foram realizadas estimções de modelos que não faziam uso do capital humano, contudo os resultados não foram satisfatórios.

Tabela 1: p-values dos testes relativos à existência de raiz unitária e a estacionaridade

	KPSS tendência	ADF tendência	KPSS	ADF
$\Delta \log y$	> ,10	2,1e-5	< ,01	0,97
W55	0,01	1	< ,01	1
$\Delta \log w55$	0,097	0,049	0,042	0,111
IDI	< ,01	1	< ,01	1
$\Delta \log IDI$	> ,10	0,9	> ,10	0,9
IDJ	< ,01	0,9	< ,01	0,04
$\Delta \log IDJ$	0,02	0,4	0,06	0,4
$\Delta \Delta \log IDJ$	> ,10	1,1e-06	> ,10	1,7e-07
ID	< ,01	1	< ,01	0,5
$\Delta \log ID$	0,02	0,067	< ,01	0,39
$\Delta \log h$	> ,10	0,395	< ,01	0,726
$\Delta \log A$	> ,10	0,1023	> ,10	1,04e-05
$\Delta \log KY$	> ,10	0,011	> ,10	0,0016
$\Delta \log YH$	> ,10	0,004	> ,10	0,0005
$\Delta \log AH$	> ,10	0,0009	> ,10	0,0001

Fonte: elaborado pela autora.

Foi efetuado um teste de cointegração de Engle-Granger com o fim de verificar se existia ou não cointegração entre as variáveis da equação (1), no entanto, estando as variáveis explicativas em níveis, esta não se verificou, uma vez que nem as variáveis independentemente, nem os resíduos, são estacionários. Assim, com dados para Portugal aquela equação não é uma representação da relação de longo prazo entre as variáveis, logo não se deve utilizar as variáveis explicativas em níveis, mas sim em primeiras diferenças.

Daqui em diante as estimações realizadas farão uso da variável $\Delta \log ID$ uma vez que, tendo em conta os dois parágrafos anteriores, nem é correto utilizar IDJ em níveis nem em primeiras diferenças, pelas razões de estacionaridade e de cointegração. A Tabela 2 apresenta os resultados das duas primeiras estimações realizadas.

A primeira trata-se de uma adaptação da equação (1), tendo em conta a problemática em cima descrita. É possível observar que uma variação de 1% na taxa de crescimento da proporção de trabalhadores entre os 55 e os 64 anos diminui a taxa de crescimento do produto por trabalhador em 0,741 pontos percentuais, com um nível de significância estatística de 5%, mantendo-se tudo o resto constante, confirmando a ideia que trabalhadores mais velhos perdem capacidades físicas e mentais, sofrem uma depreciação do seu conhecimento e sentem maiores dificuldades de adaptação às novas tecnologias. Da mesma forma, um aumento de 1% da taxa de crescimento de ID diminui a variável dependente em 1,124 p.p., com significância estatística ao nível de 1%, *ceteris paribus*, demonstrando que um número menor de trabalhadores, dada uma população fixa, produz menos produto por trabalhador; isto acontece sobretudo porque há indivíduos idosos a reformarem-se e a deixarem o mercado de trabalho.

Estes resultados relativamente ao sinal dos coeficientes estão de acordo com a literatura revista; contudo a magnitude destes é superior à obtida por Aiyar, Ebeke & Shao (2016), sendo necessário refletir sobre a adequação dos mesmos. Estes coeficientes podem, por um lado, ser de facto superiores, uma vez que Portugal é um dos países da UE mais afetado pelo envelhecimento, ou, por outro lado, estes valores podem ser demasiado elevados face ao que seria de esperar em termos de impacto das alterações demográficas no crescimento do produto por trabalhador.

Assim, há que analisar não só os coeficientes e correspondente significância estatística, mas também os resultados dos testes diagnósticos de cada estimação, procurando as estimações e os modelos mais adequados. Ainda na Estimação 1, o valor do teste Durbin-Watson, 1,58, situa-se entre o valor crítico superior 1,424 e o valor 2, o que indica que não há autocorrelação dos erros. A estatística F indica a significância conjunta dos coeficientes e, sendo o valor p desta estatística inferior a 0,01, verifica-se a existência desta. Apesar dos bons resultados destes testes, pelo valor de R^2 sabe-se que a estimação explica somente 40% da variável dependente, o que faz sentido, uma vez que é simplista acreditar que o produto por trabalhador depende apenas destas variáveis.

Tabela 2: Estimações OLS com $\Delta \log y_t$ como variável dependente (T=46)

	Estimação 1	Estimação 2
constante	0,025***	-0,03***
$\Delta \log w55$	-0,741**	-0,84***
$\Delta \log w45$	-	-0,73*
$\Delta \log w35$	-	-0,32
$\Delta \log w25$	-	-0,28
$\Delta \log ID$	-1,124***	-0,67
R^2	43%	56%
R^2 ajustado	41%	50%
F (3, 42)	16,54	9,981
p-value (F)	4,7e-06	3e-6
AIC	-229,98	-234,98
HQC	-227,93	-230,87
Rho	0,122	0,042
DW	1,583	1,82

Notas: ***, **, * indicam significância estatística ao nível de 1, 5 e 10%, respetivamente.
Fonte: elaborado pela autora.

Desta forma, procedeu-se à estimação 2 que é similar à primeira; contudo, acrescentou-se todas as variáveis populacionais relativas aos vários grupos etários representativos da população ativa, com exceção do grupo etário entre os 15-24 anos, uma vez que a soma de todas as proporções dos trabalhadores de diferentes idades é igual a 1,

representando 100% da população ativa. Consta-se que os coeficientes de $\Delta \log w_{55}$ e $\Delta \log w_{45}$, os dois grupos etários mais velhos, são negativos, com magnitude elevada e significância estatística ao nível de 1% e 10%, respetivamente. O coeficiente de $\Delta \log ID$ agora não é significativo, mas mantém o sinal negativo. Tal como se explicou em cima, a magnitude dos coeficientes continua a ser superior ao obtido por Aiyar, Ebeke & Shao (2016). Passando agora à análise dos testes estatísticos, o valor do teste de DW, 1,82, encontra-se entre o valor crítico superior 1,58 e o valor 2, o que nos indica que não há autocorrelação dos erros; pela estatística F e o correspondente valor p há significância conjunta de todos os coeficientes; mas, mais importante, agora o R^2 é superior, pois acrescentou-se mais variáveis explicativas, contudo o R^2 ajustado, também aumentou, mostrando que a segunda estimação tem maior capacidade explicativa do comportamento do crescimento do produto por trabalhador, ainda assim, o modelo só explica pouco mais de 50% do comportamento da variável dependente. Olhando agora para os critérios de informação AIC e HQC, ambos têm menor valor na segunda estimação, indicando que esta tem melhor ajuste.

Tendo em conta os parágrafos anteriores e as estimações até aqui realizadas, onde o comportamento da variável dependente era pouco explicado pelas variáveis explicativas, como era possível observar pelo R^2 diminuto, acrescentar-se-á variáveis de controlo que contrariem esta situação, com o intuito de tornar o modelo e os coeficientes obtidos mais credíveis. Para isso, primeiramente, englobar-se-á um termo de interação entre a PTF e o envelhecimento da força de trabalho, averiguando se $\Delta \log w_{55}$ reduz, ou não, o contributo do crescimento da PTF para o crescimento do produto por trabalhador. Assim, a nova equação a ser estimada irá conter como principais variáveis explicativas a taxa de crescimento da PTF e o termo de interação $A55^6$, o qual representa $\Delta \log A_t * \Delta \log w_{55_t}$. Esta última variável irá captar a influência que a taxa de crescimento da proporção de trabalhadores mais velhos exerce no crescimento da PTF, assim, se o sinal do respetivo coeficiente for negativo, como é esperado, o contributo de $\Delta \log A$ para o crescimento do produto por trabalhador será menor devido ao envelhecimento da força de trabalho. A equação em causa é a seguinte:

$$\Delta \log y_t = \theta_0 + \theta_1 \Delta \log A_t + \theta_2 A55_t + \theta_3 \Delta \log ID_t + \varepsilon_t \quad (6)$$

⁶ Termos de interação de w_{55} com a PTF, com o capital humano por trabalhador e com o coeficiente capital-produto: $A55 = \Delta \log A_t * \Delta \log w_{55_t}$; $h55 = \Delta \log h_t * \Delta \log w_{55_t}$; $KY55 = \Delta \log KY_t * \Delta \log w_{55_t}$; $AH55 = \Delta \log AH_t * \Delta \log w_{55_t}$

Seguidamente, replicando a ideia inerente à equação (6), estimar-se-á equações equivalentes, mas recorrendo alternativamente a $\Delta \log KY$ e $\Delta \log h$ e aos respetivos termos de interação, de forma a averiguar se o envelhecimento da força de trabalho também reduz a contribuição destas variáveis para o crescimento do produto por trabalhador.

Os coeficientes obtidos através das três estimações realizadas foram registados na Tabela 3. Agora as duas primeiras apresentam um R^2 superior aos verificados anteriormente, daí a importância de se ter integrado mais variáveis explicativas relevantes. Deste modo, o comportamento do crescimento do produto por trabalhador é melhor explicado por estas estimações. Desta tabela, o mais importante a reter é a estimação 1, pois apresenta os maiores valores de R^2 e R^2 ajustado e os menores valores nos critérios de informação AIC e HQC, contudo o valor DW é reduzido, sendo inferior ao valor crítico inferior, correspondente a 1,2, indicando autocorrelação positiva dos erros. O coeficiente A55, da primeira estimação, e h55, da terceira estimação, apresentam simultaneamente sinal negativo, magnitude elevada e significância estatística ao nível de 1%, tal como esperado, comprovando que, de facto, o contributo destas duas componentes para o crescimento do produto por trabalhador é prejudicado pelo envelhecimento da força de trabalho. Assim o envelhecimento da força de trabalho afeta o crescimento económico por via destes canais. Por outro lado, os coeficientes de $\Delta \log KY$ e KY55 são contrários ao esperado, provavelmente devido à acentuada redução de stock de capital no final do período.

Tabela 3: Estimação OLS da equação (6) com $\Delta \log y$ como variável dependente (T=46)			
	Estimação 1	Estimação 2	Estimação 3
constante	0,016***	0,02***	0,01*
$\Delta \log A$	0,626***	-	-
A55	-6,322***	-	-
$\Delta \log AH$	-	-	-
AH55	-	-	-
$\Delta \log KY_t$	-	-0,58***	-
KY55	-	12,66*	-
$\Delta \log h_t$	-	-	0,94
h55	-	-	-62,37***
$\Delta \log ID$	-0,783***	-1,44***	-0,99**
R^2	93%	64%	47%
R^2 ajustado	92%	61%	43%
F (5, 40)	175,12	24,44	12,26
p-value (F)	9e-24	3e-9	7e-6
AIC	-321,49	-248,19	-230,66
HQC	-318,74	-245,45	-227,92
Rho	0,461	0,25	0,09
DW	1,062	1,38	1,65

Notas: ***, **, * indicam significância estatística ao nível de 1, 5 e 10%, respetivamente.

Fonte: elaborado pela autora.

Até ao momento só se utilizou a taxa de crescimento do produto por trabalhador como variável dependente, no entanto, para analisar a robustez da adaptação feita da equação (1) e das estimações feitas na Tabela 2, substitui-se esta variável, alternativa e alternadamente, pelas suas três componentes principais: capital humano, capital físico e PTF. Assim, pode-se averiguar se os resultados se mantêm inalterados ou, se por outro lado, variavam, e, tal como se fez na Tabela 3, analisar quais os canais pelo qual o envelhecimento da força de trabalho prejudica o crescimento económico. A Tabela 4 contém os coeficientes estimados, e respetivas significâncias estatísticas das estimações considerando, respetivamente, as seguintes variáveis dependentes: taxa de crescimento do capital humano por trabalhador; taxa de crescimento da PTF e taxa de crescimento do coeficiente capital-produto. As variáveis explicativas utilizadas são as taxas de crescimento das variáveis populacionais e do índice de dependência composto.

Tabela 4: Estimações OLS dos efeitos do envelhecimento da força de trabalho no crescimento de h, A e KY (T=46)

	$\Delta \log h$		$\Delta \log A$		$\Delta \log KY$	
Constante	0,011***	0,01***	0,01*	0,0197***	0,007	0,0008
$\Delta \log w55$	0,0004	0,058	-0,88**	-1,24***	0,279	0,684*
$\Delta \log w45$	-	0,103	-	-1,33**	-	0,998*
$\Delta \log w35$	-	-0,122*	-	-0,186	-	-0,029
$\Delta \log w25$	-	0,006	-	-0,679**	-	0,79***
$\Delta \log ID$	-0,41***	-0,497***	-0,758	-0,014	0,089	-0,313
R²	43%	47%	20%	43%	1%	31%
R²ajustado	41%	41%	17%	36%	-2%	22%
F (5, 40)	16,36	7,23	5,63	6,097	0,019	3,53
p-value (F)	5e-6	0,00007	0,006	0,00028	0,66	0,0097
AIC	-359,18	-356,77	-190,3	-199,65	-199,7	-209,64
HQC	-357,12	-352,66	-188,24	-195,54	-197,64	-205,53
Rho	0,682	0,618	0,235	0,163	0,505	0,477
DW	0,636	0,764	1,381	1,622	0,926	1,035

Notas: ***, **, * indicam significância estatística ao nível de 1, 5 e 10%, respetivamente.

Fonte: elaborado pela autora.

Na Tabela 4, os coeficientes de $\Delta \log w55$, das estimações que utilizam $\Delta \log A$ como variável dependente, apresentam sinal negativo, elevada magnitude e significância estatística. Face um aumento de 1% da taxa de crescimento de $w55$, mantendo-se tudo o resto constante a taxa de crescimento da PTF diminuirá 0,881 pontos percentuais com significância estatística de 5%, ou 1,24 p.p. com significância a 1% caso se considere todas as variáveis populacionais. Estes valores, em especial o seu sinal, vêm confirmar os resultados obtidos nas Tabelas 2 e 3, mostrando que o envelhecimento da força de trabalho é prejudicial ao crescimento do produto por trabalhador, sobretudo via redução da contribuição da PTF neste. A alteração que aqui se releva é o sinal do coeficiente $\Delta \log w55$

para h que, nesta tabela 4, é positivo, enquanto que o sinal do coeficiente de h_{55} , calculado anteriormente, foi negativo. Se $\Delta \log w_{55}$ aumentar 1%, *ceteris paribus*, o crescimento do capital humano por trabalhador aumenta 0,0004 p.p., ou 0,058 quando consideradas todas as variáveis populacionais, mas nenhum coeficiente tem significância estatística. Pela tabela anterior, Tabela 3, o envelhecimento da força de trabalho afetava o crescimento económico via redução da contribuição do capital humano por trabalhador.

Contudo, é importante referir que estas estimações podem não ser adequadas e, consequentemente, os coeficientes podem não transmitir a realidade; mas é de realçar a persistência do sinal negativo nos coeficientes estimados para a PTF, A . Tal como explicado anteriormente, estes modelos contêm poucas variáveis explicativas, tal como aconteceu na Tabela 2, daí R^2 e R^2 ajustado serem diminutos. Assim, mais estimações devem ser realizadas⁷, de forma a confirmar e verificar se estes coeficientes exprimem a realidade de Portugal.

4.2. Estimções VAR com dados para Portugal

Também para estimar os dois efeitos do envelhecimento da força de trabalho sobre o produto real por trabalhador, via acumulação de fatores e via PTF, procedeu-se à estimação do modelo VAR dado pela equação (5) da secção 3. Esta abordagem poderá ser mais adequada, comparativamente às estimções OLS anteriormente realizadas, uma vez que todas as variáveis inseridas no modelo são tratadas como endógenas. Além disso esta abordagem permite obter as reações que as variáveis sofrem, face a algum choque noutra variável, neste caso o choque na variável proporção de trabalhadores mais velhos, o que é de grande interesse face aos objetivos deste trabalho de projeto.

Previamente deve-se testar a estacionaridade, o que foi feito em cima na Tabela 1, onde se pode verificar que as variáveis $\Delta \log y$, $\Delta \log w_{55}$, $\Delta \log h$ e $\Delta \log ID$ apenas apresentaram estacionaridade em tendência, o que significa que esta deve ser incluída quando se estimar o modelo VAR, tal como se advertiu na secção 3.

Recorrendo à seguinte fórmula, equação (7), sugerida por Schwert (1989), a ordem máxima de desfazamentos a incluir no modelo VAR deverá ser 2, onde T é o número de

⁷ Replicaram-se as estimções das Tabelas 2, 3 e 4, mas ao invés de se utilizar $\Delta \log y$ e $\Delta \log A$, fez-se uso de $\Delta \log YH$ e $\Delta \log AH$, procurando analisar qual o impacto do envelhecimento da força de trabalho na taxa de crescimento do produto por hora trabalhada e na taxa de crescimento da PTF por hora trabalhada. Desta abordagem diferente, resultaram coeficientes semelhantes aos até aqui obtidos, todos com sinal negativo, como esperado; contudo, nem todos apresentaram significância estatística.

observações, correspondentes a 46, o número de variáveis incluídas é 4 e $int(.)$ refere-se ao valor inteiro do argumento em questão:

$$l \text{ máx} = int \left(\frac{12 * \left(\frac{T}{100} \right)^{0,25}}{4} \right) \quad (7)$$

Na Tabela 5, o asterisco indica o melhor valor, minimizado, segundo os critérios AIC, BIC e HQC. De acordo com estes resultados, o número ótimo de defasamentos a incluir no modelo VAR é um.

Defasamentos	loglik	P(LR)	AIC	BIC	HQC
1	608,167		-26,553*	-25,580*	-26,192*
2	622,507	0,0262	-26,478	-24,856	-25,876

Fonte: elaborado pela autora.

Os coeficientes obtidos das primeiras oito estimações em VAR constam da Tabela 6. Essas estimações foram realizadas considerando uma variável populacional de cada vez e as variáveis h, A(AH) e KY, em taxas de crescimento. Contrariamente ao esperado, os coeficientes não respeitam a relação em “U” invertido observada até aqui, ou seja, os grupos etários mais jovens e mais velhos estão, neste caso, a beneficiar o crescimento económico sobretudo via PTF, quando deveria ocorrer o contrário.

		Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4
		$\Delta \log w25$	$\Delta \log w35$	$\Delta \log w45$	$\Delta \log w55$
Linha 1	$\Delta \log h$	-0,0324	-0,0045	0,035	0,0678
	$\Delta \log A$	0,1902	0,486	-0,5024	0,4907
	$\Delta \log KY$	-0,2837	-0,394	0,206	-0,5556
Linha 2	$\Delta \log h$	-0,0362	-0,0035	0,0406	0,0758
	$\Delta \log AH$	0,3239	1,0036*	-0,039	1,385**
	$\Delta \log KY$	-0,4822	-0,4657	0,1135	-0,6766*

Notas: ***, **, * indicam significância estatística ao nível de 1, 5 e 10%, respetivamente.

Fonte: elaborado pela autora.

A Coluna 4 da tabela 6 contém os coeficientes da variável $\Delta \log w55$ e, olhando para a Linha 1, que considera $\Delta \log A$, nenhum deles apresenta significância estatística, mas fazendo uso de $\Delta \log AH$, surgem dois coeficientes estatisticamente significativos: um aumento de 1% de $\Delta \log w55$, *ceteris paribus*, aumenta $\Delta \log AH$ em 1,385 p.p. com significância estatística a 5%, contrariamente ao esperado, e afeta negativamente de $\Delta \log$

KY em cerca de 0,68 p.p. com significância estatística a 10%, efeito com magnitude elevada que não pode ser ignorado. Quanto a $\Delta \log h$ não há significância estatística, mas este reage positivamente a $\Delta \log w_{55}$. As variáveis populacionais $\Delta \log w_{25}$ e $\Delta \log w_{35}$ têm o mesmo comportamento: afetam negativamente o capital humano por trabalhador e o coeficiente capital produto, enquanto que influenciam positivamente a produtividade. A variável $\Delta \log w_{45}$ é a única que afeta negativamente a produtividade, influenciando positivamente o capital humano e o coeficiente capital-produto. Este último resultado, contrário às expectativas, pode estar relacionado com o facto de a indústria ser cada vez mais mecanizada e, por isso, a perda de capacidades físicas e mentais consequentes do aumento da idade não serem tão visíveis, ou ainda, estar relacionada com a estrutura produtiva onde a economia portuguesa está especializada. Por outro lado, trabalhadores mais velhos apresentam maior experiência, esta pode ser a razão pela qual o crescimento da PTF aumentar com o crescimento da proporção de trabalhadores mais velhos. Por outro lado, estes resultados podem simplesmente refletir a omissão de variáveis relevantes no modelo.

Em todo o caso, para melhor compreender estes resultados do ponto de vista do seu impacto sobre o comportamento do produto por trabalhador, é fundamental analisar as funções de impulso resposta correspondentes, pois é através destas que se pode realizar uma análise do comportamento das variáveis dependentes de cada equação do modelo VAR em reação a choques nas outras variáveis. Para isso é necessário estabelecer uma estrutura que defina as relações que as variáveis em causa assumem entre si, sendo fundamental para os resultados uma correta ordenação, do ponto de vista económico, destas. Para a realização desta análise recorrer-se-á a uma decomposição de Cholesky que emprega uma estrutura recursiva nos choques sofridos pelas variáveis, ou seja: a primeira variável colocada no modelo reage apenas contemporaneamente a um choque diretamente nela própria; a segunda reage somente a choques contemporâneos nela própria e na variável anterior; a terceira reage contemporaneamente a choques dela mesma e das outras duas variáveis referidas anteriormente; e, por fim, a última variável do modelo reage a choques de todas as quatro variáveis.

A taxa de crescimento da proporção de trabalhadores entre os 55 e os 64 anos será a primeira variável, pois está relacionada unicamente com as decisões dos indivíduos, de pelo menos há 15 anos atrás, de ter ou não filhos, logo não se espera que esta seja influenciada pelos choques das outras variáveis, sendo a mais rígida. A taxa de crescimento do capital humano por trabalhador, a qual também se encontra relacionada com as decisões dos indivíduos quanto à sua escolaridade, experiência profissional, oportunidades de

formação facultadas pelo local de trabalho, despesa pública em educação, etc., faz sentido ser também uma das primeiras variáveis no modelo, adotando a segunda posição, pois é a segunda variável mais rígida. A produtividade de cada indivíduo depende, em grande parte, da sua idade e dos seus conhecimentos (escolaridade, experiência profissional, etc.), assim, a taxa de crescimento da PTF será a terceira variável a ser inserida no modelo, sendo a segunda menos rígida. Por fim, a taxa de crescimento do coeficiente capital-produto é a última variável a considerar, pois esta é a variável menos rígida e mais facilmente alterável e ajustável; como o próprio nome indica, esta variável revela-nos a quantidade de capital utilizada por cada unidade de produto, ora, se a produtividade, a qual depende da idade e do capital humano, se alterar, a quantidade de capital necessária à produção de cada unidade de produto também se altera; se os trabalhadores se tornarem mais produtivos, ou se aumentarem os seus conhecimentos diminui a quantidade necessária de capital físico a ser empregado na produção, daí esta ser a variável mais flexível.

Os resultados da análise impulso-resposta de um choque de um desvio padrão na taxa de crescimento da proporção de trabalhadores mais velhos (tendo por base os resultados da primeira estimação VAR realizada, da Coluna 4 da Tabela 8) podem ser observados a partir das Figuras 9, 10 e 11, obtidas para um intervalo de confiança de 90%; no entanto, há que ter em conta que estas não são estatisticamente significativas (o intervalo de confiança nunca exclui o valor zero). Na Figura 9, um choque temporário de um desvio padrão na taxa de crescimento da proporção de trabalhadores entre 55 e 64 anos leva a um aumento do crescimento do capital humano por trabalhador. No primeiro ano esta variável assume um crescimento muito próximo de zero, contudo no 3º e 4º ano são atingidos os maiores valores de crescimento de aproximadamente 0,0006, mas ao fim de dez anos o ritmo de crescimento é quase nulo e tende para zero. Na Figura 10 está representado a resposta da taxa de crescimento da PTF a um choque de w_{55} . No primeiro período esta assume um valor negativo de -0.011119, mas a partir desse ano o crescimento, apesar de baixo, torna-se positivo, tendendo para zero, em especial a partir do sétimo ano após o choque. A função atinge o seu máximo no valor 0,0029388 no quarto ano. Por último, a Figura 11 dá-nos a reação da taxa de crescimento do coeficiente capital-produto. Contrariamente às últimas duas funções, esta adota uma estrutura convexa, assumindo o primeiro valor como positivo (0,0066 aproximadamente) e os restantes negativos. O mínimo é atingido no ano 4, correspondendo a -0,0035997. A partir do nono ano inclusive os valores negativos são diminutos e tendem para zero.

Figura 9: Função impulso-resposta do crescimento do capital humano por trabalhador a um choque temporário no crescimento da proporção de trabalhadores mais velhos.

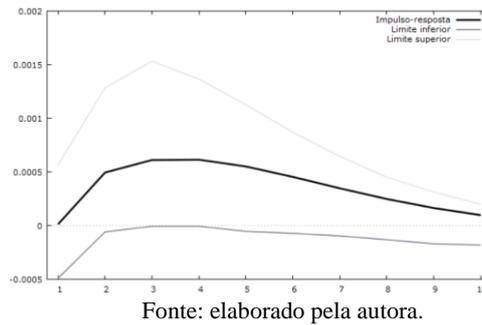


Figura 10: Função impulso-resposta da taxa de crescimento da PTF a um choque temporário na taxa de crescimento da proporção de trabalhadores mais velhos.

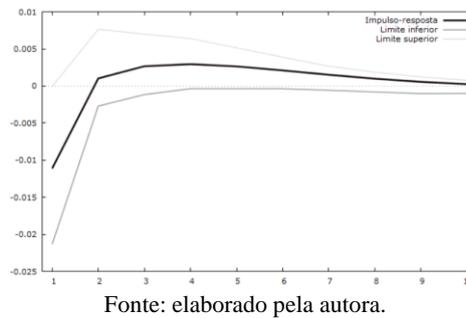
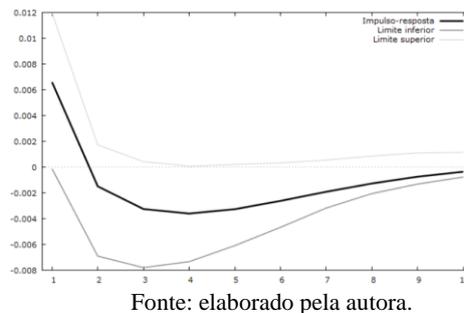


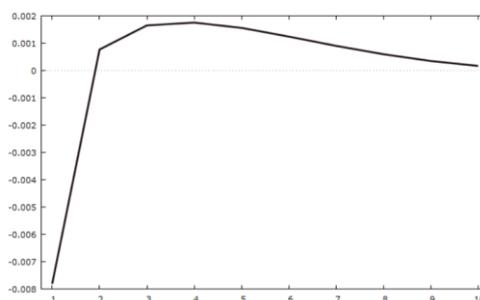
Figura 11: Função impulso-resposta da taxa de crescimento do coeficiente capital-produto a um choque temporário na taxa de crescimento da proporção de trabalhadores mais velhos.



Obtidas as funções de impulso resposta e as reações sofridas pelas variáveis g_t^h , g_t^A e $g_t^{K/Y}$, é possível determinar qual o impacto de uma alteração de g_t^{w55} sobre a taxa de crescimento do produto por trabalhador recorrendo à equação (4). Para o efeito irá calcular-se a reação de g_t^y desde o ano 1 até ao 10, tal como pode ser observado pela Figura 12, e, posteriormente, o total desses choques ao fim dos dez períodos. Um choque temporário de um desvio padrão em $\Delta \log w_{55}$ faz com que $\Delta \log y$ assumo o valor de -0,0078 no primeiro ano. Contudo, nos anos seguintes a variável adota valores positivos, como é possível

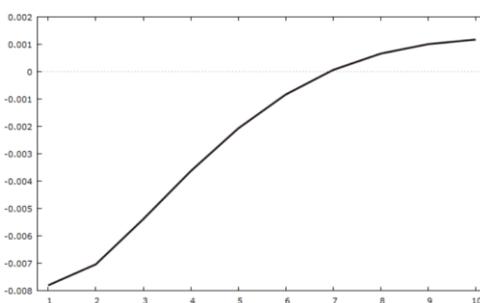
observar pela Figura 12, atingindo o máximo no ano 4 com o valor de 0,0018. Nos anos seguintes o valor de crescimento reduz-se quase até zero. Assim, face a este choque, ao fim de dez anos $\Delta \log y$ aumenta em cerca de 0,0012 pontos percentuais. Contudo, sendo o modelo VAR estacionário o efeito no longo prazo tenderá para zero. Realizando as somas cumulativas das respostas em cada ano, obtemos os efeitos de um choque permanente de $\Delta \log w_{55}$, o qual se caracterizaria por assumir valores negativos nos primeiros 6 anos; no entanto, após esse período, os valores tornam-se positivos, se novos choques não acontecerem, tal como pode ser observado pela Figura 13.

Figura 12: Função impulso-resposta da taxa de crescimento do produto por trabalhador a um choque temporário na taxa de crescimento da proporção de trabalhadores mais velhos.



Fonte: elaborado pela autora.

Figura 13: Valores adotados pela taxa de crescimento do produto por trabalhador dado um choque permanente na taxa de crescimento da proporção de trabalhadores mais velhos.



Fonte: elaborado pela autora.

De seguida, com o intuito de estimar a função de impulso resposta da taxa de crescimento do produto por hora trabalhada recorreu-se, agora, à segunda estimação da Coluna 4 da Tabela 8, a qual faz uso alternativo da taxa de crescimento da PTF por hora trabalhada, realizando o mesmo procedimento em cima descrito. O comportamento das funções de impulso resposta das variáveis g_t^h , g_t^{AH} , $g_t^{K/Y}$ e g_t^{YH} foi semelhante ao modelo anterior, daí as Figuras A.1, A.2, A.3 e A.4, respetivamente, poderem ser observadas em

anexo. Um choque temporário de um desvio padrão em $\Delta \log w55$ faz com que $\Delta \log YH$ assuma o valor de -0,011 no primeiro ano. Nos anos seguintes a variável adota valores positivos, atingindo o seu máximo no ano 3 com o valor de 0,006. Nos anos seguintes o valor de crescimento reduz-se quase até zero. Assim, face a este choque temporário em análise, ao fim de dez anos o produto por hora trabalhada aumenta em cerca de 0,012 p.p., consideravelmente superior ao modelo estimado anteriormente e, por isso, ainda mais em desacordo com o esperado. Neste caso, se o choque fosse permanente, $\Delta \log YH$ assumiria valores negativos nos primeiros 3 anos, mas, após esse período, assumiria valores positivos, se novos choques não acontecessem, tal como é possível observar pela Figura A.5, em anexo.

Relembrando os resultados da Tabela 6, nenhuma das oito estimações VAR, em especial as da Coluna 4 com a variável $\Delta \log w55$, conduziram aos resultados esperados. Face à ausência de significância dos coeficientes, inseriu-se mais variáveis explicativas e estimou-se novos modelos VAR, resultados expostos na Tabela 7. Os modelos englobam todos os grupos populacionais em simultâneo ($w55$, $w45$, $w35$ e $w25$), o índice de dependência composto e as componentes do produto já anteriormente utilizadas (h , K/Y e A ou AH), ou o próprio produto por trabalhador, ou produto por hora trabalhada.

		$\Delta \log w55$	$\Delta \log w45$	$\Delta \log w35$	$\Delta \log w25$	$\Delta \log ID$
Modelo 1	$\Delta \log h$	0,093	0,099	-0,018	-0,032	-0,081
	$\Delta \log A$	0,085	-1,269**	0,851*	0,186	2**
	$\Delta \log KY$	-0,349	0,677	-0,583	-0,295	-1,41**
Modelo 2	$\Delta \log h$	0,101	0,101	-0,016	-0,027	-0,072
	$\Delta \log AH$	1,187 **	-0,231	1,181 *	0,184	1,511
	$\Delta \log KY$	-0,477	0,549	-0,613	-0,435	-1,47**
Modelo 3	$\Delta \log y$	0,17	-0,37	0,29	-0,07	-
Modelo 4	$\Delta \log YH$	1,31***	0,76*	0,92**	0,29	-
Modelo 5	$\Delta \log y$	0,05	-0,82*	0,54	-0,09	0,99
Modelo 6	$\Delta \log YH$	1,24***	0,54	1,04**	0,27	0,47

Notas: ***, **, * indicam significância estatística ao nível de 1, 5 e 10%, respetivamente.

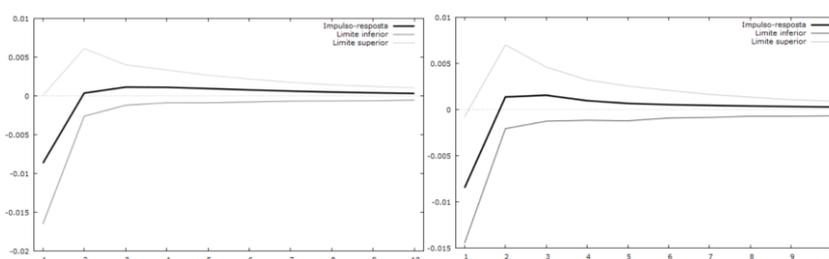
Fonte: elaborado pela autora.

Na primeira coluna encontram-se os coeficientes da variável $w55$ desfasada, todos com sinal positivo, contrariamente ao esperado, para a PTF, a PTF por hora trabalhada, o produto por trabalhador e para o produto por hora trabalhada. Os modelos 2, 4 e 6 apresentam significância estatística para os coeficientes de $\Delta \log w55$, em $\Delta \log AH$ ou em $\Delta \log YH$, infelizmente, como já referido, o sinal é positivo, um aumento de 1% de $\Delta \log w55$, aumenta $\Delta \log AH$ em 1,187p.p. com significância a 5%, aumenta $\Delta \log YH$ em 1,31p.p. com

significância a 1%, quando não considerado $\Delta\log ID$, e, por fim, aumenta $\Delta\log YH$ em 1,24p.p. com significância a 1%, quando considerado $\Delta\log ID$.

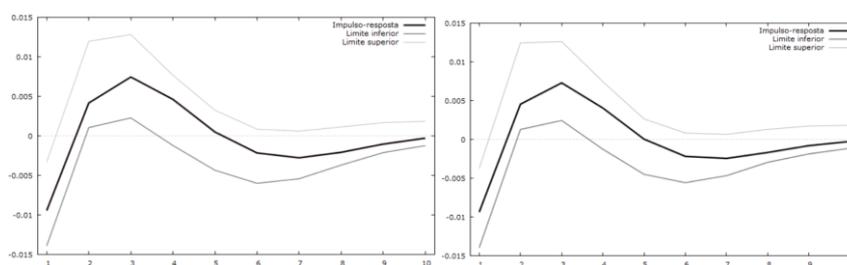
Só aqui pela primeira vez, nos modelos 3 a 6, foi possível encontrar um impacto negativo no produto, por trabalhador ou por hora trabalhada, ao fim dos dez períodos, evidenciando que os resultados parecem ser sensíveis à definição das variáveis e à especificação do modelo. As funções de impulso resposta (FIR) destes modelos encontram-se nas Figuras 14 e 15. Pela Figura 14, é possível observar que, no primeiro ano, o crescimento produto por trabalhador assume um valor negativo de magnitude elevada, no entanto, a partir do 2º ano adota valores de crescimento positivos, contudo estes são diminutos, assim o efeito global de um choque temporário de um desvio padrão na taxa de crescimento da proporção de trabalhadores mais velhos, ao fim de dez anos, é prejudicial ao crescimento económico em -0,00244 e -0,00188, respetivamente. Pela Figura 15, $\Delta\log YH$ assume um valor negativo de magnitude elevada no primeiro ano, no entanto, adota valores de crescimento positivos entre o 2º e o 5º ano, pós esses anos o valor de crescimento volta a ser negativo, assim o efeito global de um choque temporário de um desvio padrão na taxa de crescimento da proporção de trabalhadores mais velhos, ao fim de dez anos, é prejudicial ao crescimento económico em cerca de -0,002 e -0,001, respetivamente.

Figura 14: FIR de $\Delta\log y$ a um choque temporário na taxa de crescimento da proporção de trabalhadores mais velhos pelos modelos 3 e 5, respetivamente



Fonte: elaborado pela autora.

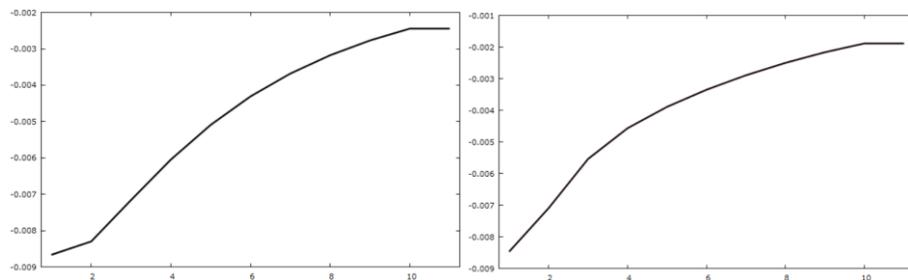
Figura 15: FIR de $\Delta\log YH$ a um choque temporário na taxa de crescimento da proporção de trabalhadores mais velhos pelos modelos 4 e 6, respetivamente



Fonte: elaborado pela autora.

Por outro lado, se o choque for permanente, nos modelos 3 e 5, $\Delta \log y$ adotaria o comportamento exposto na Figura 18. No 1º ano esta variável é aproximadamente -0,009, mas o impacto vai diminuindo até ao ano 10, onde apenas representa -0,0024 no modelo 3 e -0,0011 no modelo 5. A partir daí, a variável permanece nestes valores negativos caso mais nenhum choque se verifique.

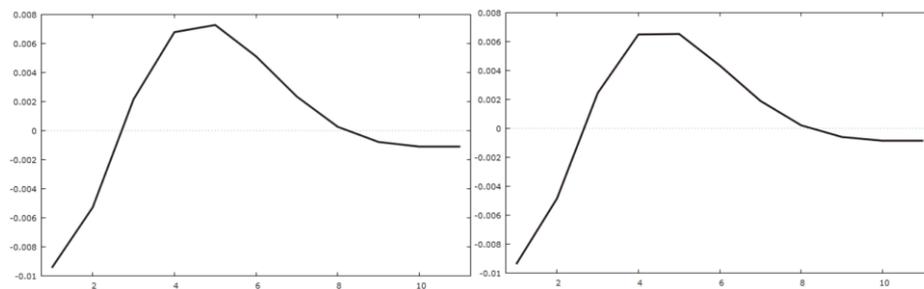
Figura 18: Valores adotados por $\Delta \log y$ dado um choque permanente na taxa de crescimento da proporção de trabalhadores mais velhos pelos modelos 3 e 5



Fonte: elaborado pela autora.

Já nos modelos 4 e 6, se o choque fosse permanente, $\Delta \log YH$ adotaria o comportamento exposto na Figura 19. No 1º ano esta variável é aproximadamente -0,008 e -0,009, respetivamente, mas o impacto vai diminuindo e torna-se positivo nos anos 3 a 7, mas a partir daí volta a ser negativo até ao ano 10, onde apenas representa -0,002 e -0,001, respetivamente. Posteriormente, a variável dependente permanece nestes valores negativos caso mais nenhum choque se verifique.

Figura 19: Valores adotados por $\Delta \log YH$ dado um choque permanente na taxa de crescimento da proporção de trabalhadores mais velhos pelos modelos 4 e 6



Fonte: elaborado pela autora.

4.3. Estimações LSDV com dados para a Zona Euro

Tendo em consideração que dos modelos VAR não resultaram os coeficientes esperados, de acordo com as previsões teóricas, ou a significância desejada, procedeu-se à recolha de dados relativos aos 19 países da Zona Euro, uma vez que nestes países a política orçamental pode ficar limitada devido ao envelhecimento da população e consequentes encargos extra com pensões associados. Esta política é a única que continua da competência dos estados membros. O objetivo é verificar se os coeficientes aqui obtidos confirmariam os resultados das estimações OLS, anteriormente feitas para Portugal. Tendo em conta a escassez de variáveis explicativas utilizadas, uma abordagem em painel é mais adequada, aumentando também o número de observações disponíveis. Contudo, uma grande limitação a ter em conta é considerar que todos os países reagem da mesma forma ao envelhecimento da população e da força de trabalho. Anteriormente, com séries temporais, procurou-se explicar a variação ao longo do tempo do produto por trabalhador em Portugal face a alterações da proporção dos trabalhadores mais velhos; com dados em painel procurar-se-á explicar como é que as diferenças em termos de estrutura demográfica entre países contribuem para a explicação das diferenças em termos de crescimento da produtividade do trabalho. Acrescenta-se ainda que esta foi a abordagem adotada por Aiyar, Ebeke & Shao (2016), o que permitirá comparar de forma mais próxima os coeficientes estimados.

O PIB a preços constantes (base 2010), o stock de capital a preços constantes (base 2010), as horas totais de trabalho e o emprego foram recolhidos da AMECO. O índice de dependência de idosos, o índice de dependência dos jovens e a população ativa total e por grupos etários vieram da PORDATA. O capital humano por trabalhador foi retirado da *Penn World Table*. O horizonte temporal abrangido vai desde 1960 até 2017 e a frequência dos dados utilizados nas estimações é anual.

Com estes dados, foram realizadas diversas estimações exploratórias com o método de Efeitos Fixos, resultados contidos nas Tabelas 8 a 11. Nestas estimações foram consideradas alternativamente diferentes variáveis dependentes (taxas de crescimento de: produto por trabalhador, produto por hora trabalhada, PTF, PTF por hora trabalhada, coeficiente capital-produto e capital humano por trabalhador), de forma a averiguar quais os efeitos das variáveis populacionais e dos índices de dependência nestas. Da mesma forma, várias estimações foram realizadas para cada variável dependente, conjugando diferentes combinações entre as variáveis explicativas. Para todas as estimações teve-se em conta a estatística F (LSDV), a qual apresentou sempre um p-value inferior a 0,05, ou seja, o método mais adequado à estimação é de facto o de efeitos fixos e não o método *Pooled OLS*.

A Tabela 8 apresenta os resultados das estimações considerando as variáveis dependentes $\Delta \log y$ e $\Delta \log YH$, utilizando variáveis explicativas em níveis e em taxas de crescimento. Os resultados vão de encontro ao esperado, sinal negativo e elevada significância estatística, tal como é possível observar pelos valores a negrito, e semelhantes aos apresentados em Aiyar, Ebeke & Shao (2016). Contudo, como já tinha acontecido anteriormente para as primeiras estimações OLS para Portugal, o R^2 é baixo, uma vez que não são apenas estas as variáveis que explicam o produto por hora trabalhada e o produto por trabalhador. No entanto, como já se referiu, o relevante é verificar o sinal e a significância do efeito da proporção de trabalhadores mais velhos no crescimento do produto por trabalhador.

Tabela 8: Estimções LSDV (efeitos fixos) com $\Delta \log y$ e $\Delta \log YH$ como variáveis dependentes

	$\Delta \log y$		$\Delta \log YH$			$\Delta \log y$		$\Delta \log YH$	
	1	2	3	4		5	6	7	8
Const.	0,018	0,24**	0,04*	0,21**	Const.	0,02**	0,02**	0,03**	0,03**
w55	-0,39**	-0,38**	-0,41**	-0,36**	$\Delta \log w55$	-0,2**	-0,34**	-0,33**	-0,52**
w45	-	-0,49**	-	-0,38**	$\Delta \log w45$	-	-0,19*	-	-0,32**
w35	-	0,015	-	-0,07	$\Delta \log w35$	-	-0,25**	-	-0,21**
w25	-	-0,44**	-	-0,29**	$\Delta \log w25$	-	-0,25**	-	-0,27**
ID	0,001**	0,001*	0,001**	0,001*	$\Delta \log ID$	-0,3**	-0,25*	-0,4**	-0,34**
R²	12%	17%	22%	26%	R²	7%	9%	22%	24%
Within R²	8%	13%	10%	14%	Within R²	3%	4%	10%	12%
F	5,6	7,19	9,15	9,78	F	3,1	3,19	9,02	1,81
p.v.(F)	1e-13	5e-21	1,8e-24	2e-29	p.v.(F)	7e-6	9e-7	4e-24	4e-26
Rho	0,4	0,37	0,21	0,18	Rho	0,43	0,42	0,2	0,19
DW	1,12	1,19	1,53	1,61	DW	1,07	1,08	1,55	1,58
T	813	813	665	665	T	811	811	665	665

Notas: **, *, + indicam significância estatística ao nível de 1, 5 e 10%, respetivamente.

Fonte: elaborado pela autora.

Olhando para os coeficientes a negrito da Tabela 2 (-0,741** e -0,84***), obtidos com os dados para Portugal, e comparando-os com os valores -0,2*** e -0,34***, obtidos com dados em painel, os quais representam uma estimação com as mesmas variáveis, podemos verificar que os primeiros não são tão desadequados como inicialmente se pensou. Portugal apresenta apenas coeficientes com uma magnitude maior relativamente à média da Zona Euro, mas tratando-se este de um país seriamente afetado pelo envelhecimento da população e da força de trabalho, é credível que, de facto, estes coeficientes sejam superiores aos obtidos para a média da Zona Euro. Assim ir-se-á confiar nos coeficientes da Tabela 2. É de igual forma importante enfatizar que Portugal poderá ser um país com uma indústria menos mecanizada quando comparado à Zona Euro, e, por isso, a perda de capacidades físicas e mentais consequentes do aumento da idade serem mais visíveis. Esta poderá ser

uma justificação pelo qual os impactos nocivos do envelhecimento da força de trabalho, com dados unicamente para Portugal, serem mais acentuados do que com dados em painel. Estes resultados podem também estar relacionados com a estrutura produtiva onde as economias estão especializadas, podendo ser a portuguesa díspar face à média da Zona Euro.

À semelhança do que foi feito na Tabela 3, é agora apresentada a Tabela 9. Estes modelos têm o intuito de aumentar o R^2 , procurando integrar mais variáveis explicativas, que permitam que o modelo em causa explique melhor o comportamento da variável dependente, mas, em simultâneo, mantendo os coeficientes esperados para a variável em estudo. Para isso, replicou-se o procedimento feito anteriormente para Portugal, utilizando termos de interação das componentes do produto explicados na página 16, e teve-se como base a equação (6).

	$\Delta \log y$			$\Delta \log YH$		
Constante	0,01***	0,02***	0,03***	0,018***	0,02***	0,02***
$\Delta \log A$ ou $\Delta \log AH$	0,67***	-	-	0,62***	-	-
A55 ou AH55	-0,82**	-	-	-1,86***	-	-
$\Delta \log KY$	-	-0,58***	-	-	-0,5***	-
KY55	-	-1,06	-	-	4,78***	-
$\Delta \log h$	-	-	-1,23***	-	-	0,18***
h55	-	-	-28,8***	-	-	-19,04***
$\Delta \log ID$	-0,16***	-0,27***	-0,4***	-0,26***	-0,42***	-0,4***
R^2	91%	48%	9%	85%	43%	20%
Within R^2	90%	43%	4%	83%	35%	7%
F	385,1	34,33	3,5	172,65	23,48	7,58
p.v. (F)	0	9e-96	1,9e-7	7e-285	9e-66	2e-20
Rho	0,75	0,64	0,43	0,54	0,37	0,22
DW	0,47	0,68	1,08	0,89	1,2	1,5
T	795	795	811	665	665	665

Notas: ***, **, * indicam significância estatística ao nível de 1, 5 e 10%, respetivamente.

Fonte: elaborado pela autora.

Nas primeiras 3 colunas estão os resultados das estimacões para $\Delta \log y$, e, estimados individualmente, os termos de interação A55, KY55 e h55, apresentam sinal negativo de acordo com o esperado, mas só o primeiro e terceiro têm significância estatística para 5% e 1%, respetivamente. O coeficiente de A55 é -0,82, evidenciando que de facto o aumento da proporção de trabalhadores mais velhos afeta negativamente a contribuição da taxa de crescimento da PTF para o crescimento económico. As últimas 3 colunas contêm estimacões com $\Delta \log YH$ como variável dependente e é possível observar que apenas os termos de interação AH55 e h55 apresentam sinal negativo e significância estatística ao nível de 1%.

Agora o coeficiente de AH55 é -1,86 e, tal como anteriormente, há evidência de que o envelhecimento da força de trabalho prejudica a contribuição de $\Delta\log AH$ para o crescimento do produto por hora trabalhada.

Passando agora à análise dos resultados das estimações considerando as componentes do produto (função de produção) como variáveis dependentes, apresentados nas Tabelas 10 e 11, considerando a primeira as variáveis explicativas em níveis e a segunda em taxas de crescimento.

Tabela 10: Estimações LSDV (efeitos fixos) com as componentes do produto como variáveis dependentes e variáveis explicativas em níveis

	$\Delta\log A$		$\Delta\log AH$		$\Delta\log KY$		$\Delta\log h$	
Const.	0,004	0,1*	-0,006	0,13*	0,02	0,07	0,01***	0,03***
w55	-0,37***	-0,24***	-0,36***	-0,29***	-0,07	-0,15**	-0,03***	-0,02***
w45	-	-0,52***	-	-0,38***	-	0,19***	-	-0,06***
w35	-	0,18**	-	0,02	-	-0,25***	-	-0,03***
w25	-	-0,19*	-	-0,26**	-	-0,04	-	-0,03***
ID	0,001***	0,001***	0,001***	0,001***	-0,0002	-0,0005*	0,0001***	4e-5
R²	12%	17%	20%	22%	6%	9%	24%	30%
Within R²	6%	10%	5%	7%	0,24%	3%	5,4%	13%
F	5,45	6,75	8,19	7,8	2,67	3,4	13,6	15,96
p.v. (F)	3e-13	2e-19	1e-21	1e-22	0,0001	2e-7	1e-39	6e-52
Rho	0,28	0,24	0,22	0,2	0,4	0,38	0,85	0,83
DW	1,42	1,49	1,53	1,56	1,17	1,2	0,27	0,29
T	797	797	665	665	797	797	883	883

Notas: ***, **, * indicam significância estatística ao nível de 1, 5 e 10%, respetivamente.

Fonte: elaborado pela autora.

Tabela 11: Estimações LSDV (efeitos fixos) com as componentes do produto como variáveis dependentes e variáveis explicativas em taxas de crescimento

	$\Delta\log A$		$\Delta\log AH$		$\Delta\log KY$		$\Delta\log h$	
Const.	0,02***	0,02***	0,01***	0,01***	-0,001	-0,002	0,01***	0,01***
$\Delta\log w55$	-0,19**	-0,43***	-0,25***	-0,52***	0,06	0,17**	-0,05**	-0,065***
$\Delta\log w45$	-	-0,36***	-	-0,38***	-	0,14*	-	-0,035***
$\Delta\log w35$	-	-0,11	-	-0,31**	-	-0,05	-	0,002
$\Delta\log w25$	-	-0,4***	-	-0,56***	-	0,25***	-	0,005
$\Delta\log ID$	-0,06	-0,03	-0,24**	-0,21*	-0,096	-0,07	-0,07***	-0,07***
R²	8%	11%	18%	21%	7%	9%	29%	31%
Within R²	1%	4%	2%	6%	0,3%	0,25%	12%	14%
F	3,31	3,97	7,1	7,3	2,72	3,17	17,43	16,6
p.v. (F)	1e-6	1e-9	5e-18	5e-21	7e-5	9e-7	6e-51	5e-54
Rho	0,3	0,27	0,23	0,21	0,39	0,38	0,82	0,81
DW	1,36	1,41	1,5	1,55	1,18	1,22	0,25	0,27
T	795	795	665	665	795	795	878	878

Notas: ***, **, * indicam significância estatística ao nível de 1, 5 e 10%, respetivamente.

Fonte: elaborado pela autora.

É possível verificar que todos os coeficientes obtidos para w_{55} são estatisticamente significativos e negativos, mesmo quando se acrescenta mais variáveis populacionais, com exceção de três estimações que fazem uso de $\Delta \log KY$ como variável dependente nas Tabelas 10 e 11. Excluindo essas estimações cujo resultado não é o esperado, comprova-se por estas tabelas que todas as componentes da função de produção Cobb-Douglas são prejudicadas com o aumento da proporção de trabalhadores mais velhos. Contudo, olhando para a magnitude dos coeficientes, é possível observar que a influência mais intensa vem da taxa de crescimento da PTF e da taxa de crescimento da PTF por hora trabalhada, sendo estes os principais canais pelos quais o envelhecimento da força de trabalho afeta o crescimento económico, tal como se observou em Aiyar, Ebeke & Shao (2016).

Por último, é possível encontrar em anexo a Tabela A.1, a qual contém estimações LSDV já realizadas anteriormente, mas agora recorrendo a dados quinquenais para a Zona Euro. Sendo as alterações demográficas lentas, capta-se melhor, desta forma, os impactos do envelhecimento da força de trabalho nas variáveis dependentes $\Delta \log y$, $\Delta \log YH$ e $\Delta \log A$. É possível observar que os coeficientes de w_{55} e de $\Delta \log w_{55}$ mantêm sinal negativo e significância estatística, mas agora a magnitude do impacto é relativamente superior, assim como o R^2 , evidenciando que além do impacto ser mais prejudicial comparativamente com aquele calculado anteriormente, estes modelos, que utilizam dados quinquenais, conseguem explicar uma maior parte do comportamento das variáveis dependentes.

5. Conclusão

O envelhecimento da população, nomeadamente da força de trabalho, tem-se revelado uma problemática que a Europa, e em especial Portugal, tem de enfrentar. Face a taxas de fecundidade cada vez menores e uma esperança média de vida cada vez maior, o índice de dependência de idosos e a proporção de trabalhadores mais velhos, entre os 55 e os 64 anos, são cada vez maiores, trazendo implicações económicas em termos de crescimento.

Recorrendo unicamente a dados para Portugal calculou-se, via estimações OLS, que, face a um aumento de 1% da taxa de crescimento do grupo etário entre os 55 e 64 anos, a taxa de crescimento do produto por trabalhador seria prejudicada em 0,74 pontos percentuais, quando considerado apenas esse grupo etário, ou em 0,84 p.p. quando

considerados todos os grupos etários. Da mesma forma a taxa de crescimento da PTF seria prejudicada, respetivamente, em 0,88 p.p. ou em 1,24 p.p.

Através de outra abordagem, fazendo uso de modelos VAR que englobavam todas as variáveis representativas dos grupos etários em simultâneo e a taxa de crescimento do produto por trabalhador, verificou-se que face a um choque temporário de um desvio padrão do crescimento da proporção de trabalhadores entre os 55 e os 64 anos, ao fim de dez anos, o impacto global desse choque em termos de crescimento seria -0,00244 p.p. Por outro lado, se o choque fosse permanente, o produto por trabalhador adotaria o valor de crescimento de -0,009 no 1º ano, indo aumentando até ao 10º ano, onde a partir daí, tenderia para o valor de -0,0024, até que novos choques acontecessem. Contudo é importante referir que muitos outros modelos VAR estimados apontam para resultados contrários, com impactos positivos, contrariamente ao esperado.

Por fim, ainda se recorreu a dados em painel para a Zona Euro no intuito de confirmar e verificar os resultados até aqui obtidos. Os resultados foram de acordo com a literatura revista e em conformidade com os resultados para Portugal; estimações com efeitos fixos revelaram que, face um aumento de 1% na proporção de trabalhadores entre os 55 e os 64 anos, o crescimento do produto por trabalhador seria afetado em -0,2 p.p. quando só considerado o grupo etário mais velho e o índice de dependência composto, ou em -0,34 p.p., quando considerados todos os grupos etários e o índice de dependência composto. Da mesma forma, a taxa de crescimento da PTF seria prejudicada em 0,25 p.p. ou em 0,52 p.p., respetivamente. Recorrendo a dados quinquenais os coeficientes obtidos apresentam uma magnitude negativa superior.

Assim comprova-se que a produtividade do trabalho, tanto em Portugal como na Zona Euro, já tem sido e continuará a ser afetada pelas alterações demográficas que se têm verificado. Acrescenta-se ainda que o principal canal pelo qual o produto por trabalhador é afetado é a PTF, uma vez que, à medida que os trabalhadores vão envelhecendo, perdem capacidades físicas e mentais, sentem dificuldade de adaptação às novas tecnologias e sofrem uma depreciação dos seus conhecimentos, tornando-se assim menos produtivos.

Desta forma, países como Portugal, que têm sofrido acentuadas alterações demográficas desta natureza, devem implementar medidas que possam ajudar a reduzir os impactos nocivos do envelhecimento da população e da força de trabalho. Bons serviços de saúde, formação de trabalhadores, Investigação & Desenvolvimento são só alguns exemplos de políticas que poderão ajudar a mitigar esses efeitos prejudiciais ao crescimento económico, uma vez que aumentam, de uma forma geral, a produtividade do trabalho.

Deve-se ter em consideração algumas limitações deste trabalho de projeto que podem resultar em implicações econométricas, tais como o período curto em análise e o comportamento de algumas séries temporais, como por exemplo do coeficiente capital produto e do capital humano por trabalhador.

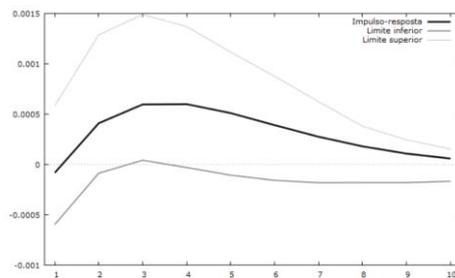
Assim, mais investigação no âmbito desta temática é necessária para que se possa compreender melhor os impactos reais do envelhecimento nos países e, desta forma, procurar medidas de política económica adequadas e eficazes. É importante enfatizar que cada país é único em termos das suas características e, como tal, tanto os efeitos como o tipo de medidas podem ser díspares de região para região.

Lista de referências bibliográficas

- Aiyar, S., & Dalgaard, C. J. (2009). Accounting for productivity: Is it OK to assume that the world is Cobb–Douglas?. *Journal of Macroeconomics*, 31(2), 290-303.
- Aiyar, S., Ebeke C., Shao X. (2016) *The impact of workforce aging on European productivity* (No. w16/238). International Monetary Fund.
- Albuquerque, P. (2015). *Demographics and the Portuguese economic growth* (No. w17/2015/DE/SOCIUS/CSG). ISEG.
- Eurostat (2018). *Record high old-age dependency ratio in the EU*. Obtido em fevereiro 18, 2019, a partir de <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/DDN-20180508-1?inheritRedirect=true>
- Feyrer, J. (2007). Demographics and productivity. *The Review of Economics and Statistics*, 89(1), 100-109.
- Feyrer, J. (2008). Aggregate evidence on the link between age structure and productivity. *Population and Development Review*, 34, 78-99.
- INE (2015). *Envelhecimento da população residente em Portugal e na União Europeia*. Obtido em fevereiro 20, 2019, a partir de https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_destaques&DESTAQUESdest_boui=224679354&DESTAQUESmodo=2&xlang=pt
- Lopes, J. C., & Albuquerque, P. C. (2012). *The characteristics and regional distribution of older workers in Portugal* (No. w22/2012/DE/UECE/SOCIUS). ISEG.
- Nagarajan, N. R., Teixeira, A. A., & Silva, S. T. (2016). The impact of an ageing population on economic growth: an exploratory review of the main mechanisms. *Análise Social*, 4-35.
- Schwert, G. W. (1989). Tests for unit roots: A Monte Carlo investigation. *Journal of Business and Economic Statistics*, 7(2), 147-160.
- Striessnig, E., & Lutz, W. (2013). Can below-replacement fertility be desirable?. *Empirica*, 40(3), 409-425.
- Werdinger, M. (2008). Ageing and productivity growth: are there macro-level cohort effects of human capital? CESifo Working Paper No. w2207.

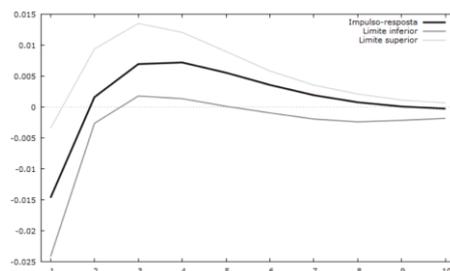
Anexos

Figura A.1: Função impulso-resposta do crescimento do capital humano por trabalhador a um choque temporário no crescimento da proporção de trabalhadores mais velhos.



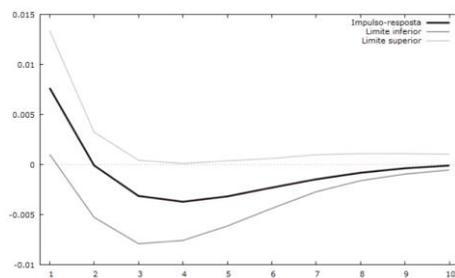
Fonte: elaborado pela autora.

Figura A.2: Função impulso-resposta da taxa de crescimento da PTF por hora trabalhada a um choque temporário na taxa de crescimento da proporção de trabalhadores mais velhos.



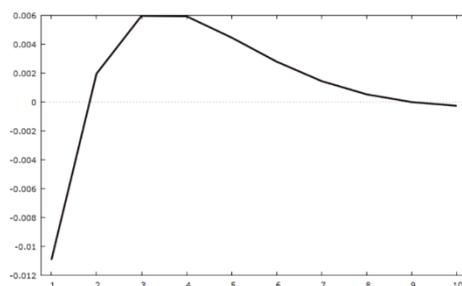
Fonte: elaborado pela autora.

Figura A.3: Função impulso-resposta da taxa de crescimento do coeficiente capital-produto a um choque temporário na taxa de crescimento da proporção de trabalhadores mais velhos.



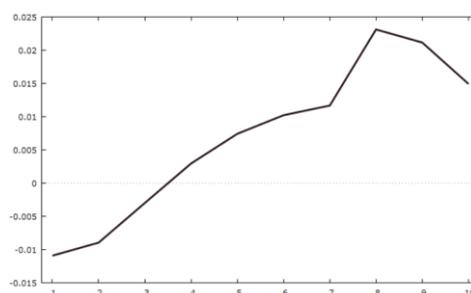
Fonte: elaborado pela autora.

Figura A.4: Função impulso-resposta da taxa de crescimento do produto por hora trabalhada a um choque temporário na taxa de crescimento da proporção de trabalhadores mais velhos.



Fonte: elaborado pela autora.

Figura A.5: Valores adotados pela taxa de crescimento do produto por hora trabalhada dado um choque permanente na taxa de crescimento da proporção de trabalhadores mais velhos.



Fonte: elaborado pela autora.

Tabela A.1: Estimações LSDV (efeitos fixos) com $\Delta \log y$ e $\Delta \log YH$ e $\Delta \log A$ como variáveis dependentes com dados quinzenais

	$\Delta \log y$	$\Delta \log YH$	$\Delta \log A$		$\Delta \log y$	$\Delta \log YH$	$\Delta \log A$
constante	1,42***	1,44***	0,15***	constante	0,12***	0,12***	0,09***
w55	-2,42***	-2,41***	-2,21***	$\Delta \log w55$	-0,52***	-0,47***	-0,58***
w45	-2,22***	-1,62***	-2,69***	$\Delta \log w45$	-0,32**	-0,17	-0,41**
w35	-0,3	-0,72**	0,7	$\Delta \log w35$	-0,25*	-0,07	-0,17
w25	-2,41***	-1,95***	-2,38***	$\Delta \log w25$	-0,38***	-0,21*	-0,58***
ID	0,0024***	-0,001**	0,004	$\Delta \log ID$	-0,26*	-0,59***	-0,19
R^2	55%	67%	45%	R^2	28%	58%	27%
Within R^2	47%	50%	35%	Within R^2	15%	38%	13%
F	7,00	8,94	4,59	F	3,19	6,22	2,03
p.v.(F)	7e-14	1e-15	1e-8	p.v.(F)	9e-7	3e-11	0,007
T	157	127	153	T	156	127	152

Notas: ***, **, * indicam significância estatística ao nível de 1, 5 e 10%, respetivamente.

Fonte: elaborado pela autora.