

U. PORTO

FEP FACULDADE DE ECONOMIA
UNIVERSIDADE DO PORTO



Impacto da Indústria do *Software* no Crescimento Económico de Portugal

Cátia Daniela Oliveira Almeida



Dissertação

Mestrado em Economia e Administração de Empresas



Orientado por

Professora Doutora Natércia Fortuna

Professor Doutor Óscar Afonso



2020

Agradecimentos

Em primeiro lugar, quero deixar o meu sincero agradecimento à Professora Natércia Fortuna, que me acompanhou neste desafio ao longo de vários meses, pela paciência, pela disponibilidade e por me ceder as melhores diretrizes de modo a tornar possível a concretização do mesmo com sucesso. Foi sem dúvida um gosto imenso poder trabalhar com a professora.

Quero também agradecer ao Professor Óscar pela prontidão e celeridade que sempre teve para comigo, conseguindo com grande objetividade encaminhar-me das tarefas a realizar para um trabalho de qualidade. Foi uma ajuda muito importante e por isso, posso dizer ter sido uma honra ter aceitado o meu convite para orientar esta minha investigação.

Aos meus pais por terem sido sempre os meus pilares ao longo de todo este meu percurso e pelo esforço que sempre fizeram para que pudesse seguir os meus sonhos, mesmo longe sabem que estão sempre por perto.

Ao meu irmão que é das pessoas mais importantes da minha vida e que me consegue fazer sorrir mesmo quando tudo parece tão difícil de concretizar.

Ao grupo de amigos que este mestrado me permitiu construir e que reconheço em cada um deles um ombro amigo que quero manter sempre por perto. O apoio deles e interajuda que sempre foi tão presente entre nós permitiu que fosse mais fácil concluir esta jornada. Uma obrigada especial a cada um de vocês.

À FEP por me dar ainda mais certezas de que é através dos desafios que nos tornamos mais fortes e capazes de concretizar o que achávamos ser impossível de realizar. Foi, sem dúvida, um grande esforço conciliar a vida profissional com o mestrado, mas hoje sinto-me feliz e concretizada por ter conseguido superar mais esta etapa que tenho a certeza que terá impacto no meu futuro tanto a nível pessoal como profissional.

Resumo

Este estudo pretende analisar a importância que as Tecnologias de Informação, nomeadamente do *Software*, no crescimento económico de Portugal. Para tal, utiliza um conjunto de variáveis representativas em termos financeiros do País e das empresas cujo o seu “core business” são atividades de programação Informática no período [1960-2018] e a estimação de modelos dinâmicos ARDL que permitem fornecer informação sobre os impactos de curto e longo prazo da abertura ao exterior (GAX), da formação bruta de capital (CSH_I), do capital humano (HC) e do volume de negócios em prestações de serviços de consultoria e programação informática (VN620SABI).

Foi possível apurar dos resultados empíricos que o volume de negócios prestados em serviços de consultoria e programação informática contribui positivamente e é estatisticamente significativo para o crescimento económico do nosso país, com um efeito estimado de cerca de 0,004% no curto prazo e um efeito de cerca de 0,006% no longo prazo.

Palavras-Chave: Empresas de Programação Informática, *Software*, Volume de Negócios em Prestação de Serviços de Consultoria e Programação Informática, Crescimento Económico de Portugal, Modelos ARDL

Códigos JEL: O14; O47; O52; C22, C52

Abstract

This study intends to analyze the importance that Information Technologies, namely Software, in the economic growth of Portugal. For this, it uses a set of representative variables in financial terms to the country and to the companies whose “core business” is IT programming activities in the period [1960-2018] and the estimation of dynamic ARDL models that can provide information for the short and long -run impacts of the external openness (GAX), gross capital formation (CSH_I), human capital (HC) and the turnover in consultancy and computer programming services (VN620SABI). It was possible to conclude from the empirical results that the turnover provided by consulting and computer programming services contributes positively and is statistically significant for the economic growth of our country, with an estimated effect of about 0.004% in the short-run and 0.006% in the long-run.

Keywords: Computer Programming, Software Companies, Economic Growth in Portugal, Turnover in Consulting and Computer Programming Services, ARDL Models

JEL Codes: O14; O47; O52; C22, C52

Índice

1. Introdução	1
2. Revisão da Literatura	4
2.1. Definição de Indústria do Software.....	4
2.2. Evolução das TIC a nível económico.....	8
2.3. Indústria do <i>Software</i> no Mundo.....	10
2.4. Análise comparativa da Evolução Económica e Estrutural entre a Indústria do <i>Software</i> na Europa e outros Países do Mundo.....	11
2.5. A Teoria do Crescimento Económico.....	13
2.5.1. Modelo Neoclássico de Crescimento Exógeno.....	14
2.5.2. Modelo de Crescimento Endógeno.....	16
2.5.3. Paradoxo de Produtividade de <i>Solow</i>	17
2.5.4. TIC e a Produtividade: Abordagens Empíricas.....	20
3. Metodologia, análise de dados, especificação dos modelos e discussão dos resultados	24
3.1 Descrição das variáveis explicada e explicativas em estudo.....	24
3.2 O modelo dinâmico ARDL.....	30
3.3 Especificação dos modelos dinâmicos.....	32
3.4 Apresentação e interpretação dos resultados de estimação do modelo ARDL.....	34
3.5 Conclusão.....	43
4. Considerações Finais	45
Bibliografia	47

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 - Síntese dos vários estudos que apontam para o impacto positivo das TIC	23
Tabela 3.1 - Descrição das variáveis recolhidas	25
Tabela 3.2 - Estatísticas descritivas das variáveis em estudo no período em análise (16 observações)	28
Tabela 3.3 - Correlação entre as variáveis em estudo.....	28
Tabela 3.4 - Estimação dos modelos ARDL para a variável dependente $\ln \text{PIB}_{pc}$	37
Tabela 3.5 - Estimativas dos efeitos de curto e longo prazo.....	41

Índice de Figuras

Figura 2.1 - <i>Computer Software</i> e os exemplos de Aplicações e Sistemas de <i>Software</i>	6
Figura 3.1 - Volume de Negócios dos Serviços de Consultoria e Programação Informática – CAE 620	27
Figura 3.2 - Modelo selecionado Critério de Informação Akaike.....	34
Figura 3.3 - Valores observados e estimados de $\ln \text{PIB}_{pc}$ e resíduos de estimação do modelo.....	39

1. Introdução

A Indústria do *Software* tem vindo aos longo das últimas décadas a ganhar destaque, principalmente pela transformação digital que tem vindo a tomar posse das atividades do nosso dia-a-dia.

Em Portugal, as empresas representativas desta Indústria são classificadas como prestadoras de serviços de consultoria e programação informática (CAE 620) pela Nomenclatura estatística das Atividades económicas na Comunidade Europeia (NACE) em conjunto com a Classificação portuguesa das Atividades Económicas (CAE).

O paradigma criado por autores como o Robert Solow e muitos outros autores influenciou a realização desta investigação, que debateram ao longo de vários anos se tecnologia tinha vindo a acrescentar um impacto positivo no crescimento económico da economia.

A importância que este tipo de Indústria pode ter numa economia como a de Portugal é alvo de grande interesse, pois no decorrer dos anos temo-nos apercebido de afluente entrada de empresas ligadas às atividades de programação informática e desenvolvimento de *Software* que permitiram uma maior eficiência e maior facilidade de acesso a certo tipo de serviços.

O objetivo desta investigação é o estudo da influência que as empresas cujo seu *core business* são atividades de programação informática e desenvolvimento de *Software* exercem no crescimento económico de Portugal.

O enquadramento teórico que foi considerado mais adequado e relevante para este estudo será realizado através de teorias do crescimento económico que a partir de modelos matemáticos alternativos conseguem criar uma ligação funcional entre o crescimento económico e as suas determinantes.

Adam Smith ficou conhecido como figura principal e pioneira da teoria Clássica do Crescimento Económico e a base de maioria de posteriores teorias que foram surgindo até aos dias de hoje. Outras teorias surgidas por Romer (1986) e Lucas (1988), a teoria do Crescimento Económico Endógeno e por Robert Solow (1956), a teoria do Crescimento Económico Exógeno são também apoios teóricos de grande destaque a esta investigação, que diferem entre si por a primeira considerar o progresso tecnológico endógeno, enquanto a segunda assume este como exógeno.

O Paradoxo de *Solow* é outra grande base teórica desta investigação que apresenta o dilema criado sobre o progresso tecnológico, que afirma contrariamente à anterior teoria de crescimento económico exógeno com progresso técnico de Robert Solow, que o progresso técnico não tem influência positiva na produtividade e crescimento económico.

Na literatura estão presentes algumas lacunas relativamente ao crescimento económico em Portugal e o impacto que as atividades que envolvem o desenvolvimento de *Software* tem no crescimento do país.

Neste caso em concreto da investigação em causa, a importância que as tecnologias de Informação, nomeadamente, a relevância que a Indústria do *Software* tem, tratando-se esta de uma Indústria que têm vindo a crescer exponencialmente e que se tornou cada vez mais imprescindível à sobrevivência das empresas, principalmente nos dias de hoje, em que a revolução tecnológica é bastante evidente.

Posto isto, para obter resposta a esta problemática, irá ser feita uma investigação de carácter quantitativo, de forma que a medição da especialização na Indústria do *Software* seja conclusiva sobre o impacto que esta tem no crescimento económico de Portugal, e tentando assim minimizar a ausência de informação sobre este tema.

Para o estudo do crescimento económico, os modelos teóricos a serem utilizados e que melhor se adequam são os modelos dinâmicos que conseguem fornecer informação quer sobre o equilíbrio de longo prazo, quer sobre os devidos ajustamentos no curto prazo no sentido de alcançar esse mesmo equilíbrio. Para esse efeito, foi considerado como o modelo mais adequado e que permite facultar-nos simultaneamente informação sobre o equilíbrio de longo prazo e sobre o processo de ajustamento de curto prazo, o modelo autoregressivo de defasamentos distribuídos (ARDL).

A informação estatística necessária para a realização desta investigação foi obtida a partir das publicações periódicas do Instituto Nacional de Estatística (INE) e recorrendo às bases de dados da *Sabi*, *PORDATA* e *Penn World Table*. Através desta informação recolhida, será necessário proceder a uma estimação de séries temporais sobre o crescimento económico de Portugal e sobre as variáveis explicativas relevantes, em particular, o volume de negócios de serviços prestados em atividades de programação informática em Portugal durante o período que será considerado na análise, que se estende entre 2002 e 2018.

O desenvolvimento deste trabalho permite obter conclusões quanto à evolução durante o período amostral da variável explicativa mais relevante, em específico no período de recessão económica [2008-2013].

Esta dissertação é, portanto, constituída por 5 capítulos, nomeadamente pela introdução que explica quais os temas a serem desenvolvidos neste trabalho, a relevância do mesmo, as fontes de motivação para a sua realização e conseqüentemente a contribuição que este fornece para a investigação. Adicionalmente a descrição da metodologia selecionada para a análise empírica. No capítulo 2, proceder-se-á a uma revisão da literatura onde se pretende aprofundar os temas essenciais à investigação e os tópicos já mencionados como o crescimento económico, com especial foco no paradoxo de *Solow* e a forma como este se interliga com a variável explicativa relevante em causa. A distinção entre dois importantes modelos de crescimento económico, endógeno e exógeno e a evolução a partir da visão diversificada de diversos autores sobre estes. No capítulo 3 descreve a metodologia desta investigação, começando por fazer um enquadramento teórico do modelo ARDL, as especificações econométricas mais adequadas, a análise estatística da informação recolhida de cada uma das variáveis em estudo, particularmente das taxas de variação das variáveis explicativas selecionadas e a respetiva análise descritiva do impacto destas na variáveis explicada, PIB *pc* de Portugal e os resultados das estimações dos modelos teóricos utilizados. Por fim, no capítulo 4 são tecidas as considerações finais mais relevantes sobre os temas abordados ao longo desta investigação.

2. Revisão da Literatura

2.1. Definição de Indústria do *Software*

Mowery (1996) considerou que apesar do relevante papel da Indústria do *Software*, as investigações realizadas e publicadas sobre esta eram limitadas, o que o levou a novos estudos, onde a Indústria do *Software* emerge como extraordinariamente dinâmica. Para este autor, a Indústria de *Software* Informático foi considerada uma Indústria que cresceu exponencialmente em todo o mundo, criando impacto na tecnologia que afeta o fabrico e o comércio de muitos produtos e serviços em variados tipos de Indústria. Este autor revela também nos seus estudos, concretamente em 1996, que nos 50 anos antecedentes, as inovações em dispositivos de armazenamento de dados, arquitetura de computadores, *Software* e comunicação de dados vieram acelerar o processo de armazenamento, processamento e distribuição de informações, de tal forma que possibilitaram a criação de novas indústrias e moldaram as existentes, transformando o estilo de vida da sociedade.

O mundo moderno tal como o conhecemos, seria impossível de existir sem o *Software*, pois as Infraestruturas e serviços nacionais são controlados por sistemas computacionais, e grande parte dos produtos elétricos são constituídos por um computador e um *Software* que controla esse mesmo computador. A manufatura e a Indústria são totalmente informatizadas, tal como também o sistema financeiro. As mais variadas áreas da Indústria fazem uso intensivo de *Software*, desde Indústria da música, entretenimento, jogos de computador, cinema, televisão, entre muitas outras. A ciência da computação foca-se em teorias e métodos que sustentam sistemas computacionais e de *Software*, e a engenharia de *Software* centra-se essencialmente nos problemas práticos de produção de *Software* (Sommerville, 2011).

Mowery (1996) distingue o *Software* em três grandes classes, nomeadamente “*operating systems*”; “*applications tools*” e “*applications solutions*”. As vendas do “*standard*” e “*packaged software*” estavam naquela altura a crescer mais rapidamente do que as vendas do *Software* personalizado em mercados como Europa Ocidental, mercado japonês e mercado dos EUA. Este autor caracteriza também o *Software* como um termo geral de referência que tem como função dar as instruções que controlam as operações do *Hardware* das TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação). Adicionalmente distinguiu o *Software* em dois diferentes tipos de finalidades: o que é vendido como um serviço e o que é vendido como um produto.

O'Brien e Marakas (2005) atribuí outra definição ao *Software*, caracterizando-o como um termo geral para vários tipos de programas usados para a produção e manipulação dos

computadores e para os seus dispositivos envolventes. Para estes dois autores o *Software* também pode ser caracterizado como a parte não física do computador e o *Hardware* como a parte física. Podendo, por isso entender-se o *Software* como um comando de execução de tarefas dentro do *Hardware*.

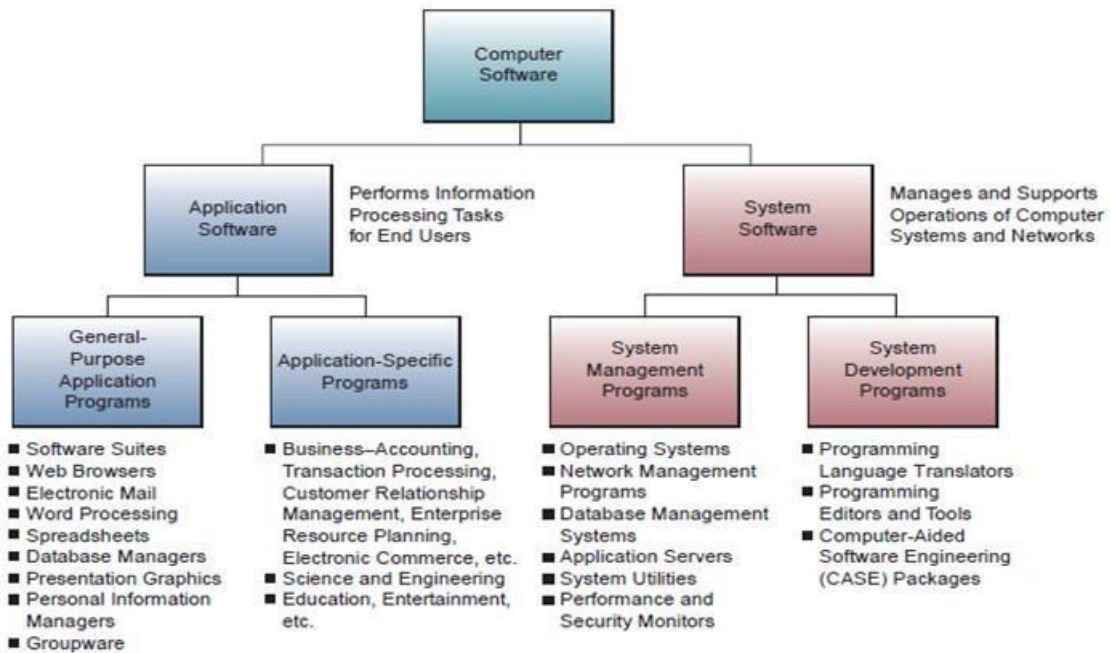
Sommerville (2011) definiu o *Software* como sendo um produto conceitual e lógico, na qual os seus produtos podem ser desenvolvidos para um cliente em particular ou para o mercado geral. Estes produtos podem também ser caracterizados como genéricos, designadamente COTS (*Commercial Off-The Shelf*) ou personalizados.

Três aspetos gerais característicos de cada um dos diferentes tipos de *Software* são, designadamente, a heterogeneidade; a mudança de negócio e sociedade; e por fim, a segurança e confiança. No que se refere aos atributos ou características essenciais de um sistema profissional de *Software*, este autor considera a manutenibilidade, confiança e proteção, eficiência e aceitabilidade: “*Good software should deliver the required functionality and performance to the user and should be maintainable, dependable, and usable*” (Sommerville, 2011).

Investigações mais recentes como as da IBM Research (2014), caracterizam o *Software* como um conjunto de instruções ou programas que dão informação ao computador das tarefas a executar, sendo independente do *Hardware* e capaz de tornar os computadores programáveis. Caracterizando-o também como a parte lógica constituída por um conjunto de instruções muito bem organizadas que fazem processar a informação e assim permitir o funcionamento do *hardware* (Filho, 2019).

É possível constatar ao longo da história, que os inúmeros tipos de *Software* são um facto, e a melhor forma de provar isso é através da seguinte figura que ajuda a sistematizar os principais tipos e exemplos de aplicações e sistemas de *Software*. Importante referir, como mencionados por vários autores como O'Brien e Marakas (2005) e a IBM Research (2014), a existência de outras formas de classificar o *Software* como, por exemplo, com base no método de desenvolvimento. O'Brien e Marakas (2005) distinguiu *Computer Software* em duas grandes categorias, *Application Software* e *System Software*.

Figura 2. 1 - *Computer Software* e os exemplos de Aplicações e Sistemas de *Software*.



Fonte: esta figura foi retirada integralmente do livro “*Introduction to Information Systems*” dos autores O'Brien e Marakas (2005), pág. 127.

Na figura 2.1, estão representados dois principais tipos de *Application Software* e *System Software*, ambos programas que executam tarefas comuns de processamento de informação para os utilizadores finais. O primeiro, designado por programas de *Application Software* de uso mais genérico, podem ser usados para executar uma ampla variedade de tarefas que não estão limitados a uma função específica, sendo por sua vez, o segundo designado de *System Software*. Também podemos ver representados diferentes exemplos de tarefas que são consideradas úteis para diferentes tipos de usuários em cada um dos diferentes tipos de *Software* “...they significantly increase the productivity of end users, they are sometimes known as productivity packages” (O'Brien e Marakas, 2005).

Sommerville (2011) salientou que uma importante diferença entre estes dois tipos de *Software*, é que em *Software* genéricos, a organização responsável pelo seu desenvolvimento controla também a sua especificação. No entanto, nos produtos realizados por encomenda como o caso do *Application-Specific Programs*, a especificação por norma é da responsabilidade e desenvolvida pela empresa que está a adquirir o *Software*. A IBM Research (2014) caracteriza o *Custom Software* como um processo de projetar, criar e implementar *Software* para um conjunto específico de usuários, funções ou organizações.

UNCTAD (2012) também distinguiu o *Software* em duas grandes categorias, *Software Products* e *Software Services*, na qual são designados de *Software Products*, nomeadamente os *Systems Software* (programas que suportam as aplicações de *Software*) e *Application Software*. Enquanto o *Software Development*, *Data entry* e *Software-Intensive IT services* são designados de *Software Services*. Os *Software Services* incluem todos os serviços que estejam relacionados com o ciclo de vida de desenvolvimento do *Software* tradicional, incluindo também especificação e análise, conceção e implementação, testes e manutenção.

Como fatores de diferenciação quando comparadas as propriedades inerentes ao *Software* com produtos tradicionalmente e industrialmente fabricados, evidenciam-se o Custo de Reprodução, que no caso da Indústria tradicional é considerado elevado, e que por sua vez, no caso da Indústria do *Software* foi caracterizado de baixo custo; Flexibilidade que na primeira muito flexível, já no caso da segunda, inflexível; Tangibilidade que se distingue como fisicamente presente no caso da Indústria tradicional, enquanto que a Indústria do *Software* foi considerada intangível. A natureza intangível do *Software* significa que os processos tradicionais para a gestão do desenvolvimento do produto não são suficientemente eficazes; e como último e não menos importante o Custo de Manutenção que foi considerado baixo na Indústria Tradicional, contrastando com a Indústria de *Software*, na qual os custos são considerados elevados (Karlström, 2004).

Taurion (2005) considerou a produção de *Software*, um setor dinâmico que representa crescente especialização e tal como dito por palavras deste mesmo autor, um “apêndice da Indústria de computadores”. Este autor acrescenta ainda que o *Software* é uma importante fonte de oportunidades comerciais e gerador de empregos tanto na área de investigação (pesquisa e desenvolvimento), marketing, vendas, distribuição, suporte técnico e consultoria. Mais importante ainda, este autor refere não ser apenas nos empregos e impostos gerados, o efeito económico da Indústria do *Software*, mas também o impacto profundo em praticamente todos os segmentos da economia, desde o nível mais básico ao mais complexo.

A Indústria do *Software* e o mercado de *Hardware* foram caracterizados como estando paralelamente ligados no que diz respeito às tendências de desenvolvimento dentro da Indústria de IT (Tecnologias de Informação), que apesar da concorrência significativa entre os produtores de *Software* e *Hardware*, a Indústria global de *Software* tem vindo a crescer a um ritmo impressionante (Emiroglu, 2007).

Em Portugal, a classificação portuguesa das atividades ligadas à Indústria do *Software* tem vindo a sofrer alterações. É possível validar estas mudanças através do Instituto Nacional

de Estatística, que em 2007 classifica as atividades de Programação Informática e atividades relacionadas na CAE 620, mas nem sempre foi assim. Em 2003 o INE reconheceu no CAE 72 Rev 2.1 as atividades informáticas e conexas e entre 2004 e 2007 classificou as atividades do sector de *Software* e Serviços Informáticos na CAE 72 REV 2.2 como “Atividades Informáticas e Conexas”. Em 2007, o INE alterou o sistema de classificação das atividades económicas da CAE Rev. 2.1 para um novo processo de agregação CAE Rev. 3, este CAE-Rev.3 tem menos um nível do que a CAE-Rev. 2.1 permitindo obter dados estatísticos mais relevantes e homogêneas em termos de atividade económica. Assim sendo, a partir de 2008 o sector de *Software* e serviços de informação tornou-se assim, parte integrante de grupo de “Atividades de Informação e Comunicação” (INE, 2007).

2.2. Evolução das TIC a nível económico

A transformação digital é caracterizada por Rebelo (2017) como uma realidade bem presente no dia-a-dia das organizações, que através de um aglomerado de redes como é definida a Internet, conseguiu transformar a comunicação das empresas com os clientes, possibilitando o aparecimento de novas formas de interação e de comunicação. A vantagem competitiva, a satisfação ao cliente, a redução nos custos e a entrada mais rápida no mercado foram algumas das conquistas que a transformação digital alcançou no mercado global e aberto à inovação.

Ao longo da história, a partir de recursos que agilizaram a criação de novas tecnologias, foi possível o aperfeiçoamento da Indústria. Estes mesmos recursos levaram à redefinição do processo das operações industriais e possibilitaram o destaque de alguns destes acontecimentos que levaram a que certos períodos da história da Indústria fossem apelidados de “Revoluções Industriais” (Reis, 2019).

A evolução da sociedade, do mercado e do mundo, os sistemas socioeconómicos têm vindo a sofrer alterações quanto à industrialização e sociedades predominantes, começando com sociedade agrícola, dando continuidade a sociedade industrializada e mais tarde e de forma evidente, à sociedade da informação. A relevância da sociedade de informação é mais evidente em alguns países do que outros, pela capacidade de adaptação das suas estruturas sociais e económicas a estas transformações. Em países como EUA e Japão, a sociedade da informação é evidente. No entanto, países do Médio Oriente e da África permaneceram na era Industrial e na Agrícola.

A informação é dos principais fatores de desenvolvimento económico e social desta era de transformação. O desenvolvimento socioeconómico tem por base o facto da

sociedade de informação e a economia serem baseadas no conhecimento, e estas serem impulsionadoras da transformação que o mundo atual tem vindo a viver. Esta transformação mundial tem por base desenvolvimentos científicos com o objetivo de produzir informação que podem originar produtos ou serviços através de abordagens orientadas à inovação. A importância da ciência e tecnologia neste tema, tem sido referida pela sua capacidade impulsionadora de levar ao desenvolvimento económico, pois a tecnologia está cada vez mais a ser considerada indispensável para a sociedade e vida económica. Esta “dependência” deve-se ao à maior facilidade em transformar a sociedade numa sociedade de informação, pois os desenvolvimentos tecnológicos ajudam a impulsionar o processamento, armazenamento e partilha de informação.

A importância da interligação da sociedade de informação e a economia foi ganhando também outra relevância quando foi tomada consciência da exigência das infraestruturas TIC para os setores de produção e serviços e até mesmo para uma maior adaptação a nível económico e de concorrência.

O próprio sistema produtivo teve alterações ao longo da evolução tecnológica a nível global, em que competências como recursos humanos qualificados e aplicações tecnológicas começaram a ter mais importância do que a chamada habilidade física tradicional ou como também é apelidada, habilidade física padrão. As TIC conseguiram em poucas décadas facilitar a comunicação através de dispositivos de rede, internet, telemóveis entre outras formas que permitiram aumentar a eficiência das Indústrias e os desenvolvimentos das mesmas não só a nível nacional e regional, como também a nível global. As décadas de 60 e 70 foram marcadas pelo investimento em tecnologias de telecomunicação que foram relevantes para o desenvolvimento económico nacional. Na década de 80, as tecnologias de informação tornaram-se outro fator crucial para o crescimento económico juntamente com as telecomunicações. Foi na década de 1990 que a globalização, os desenvolvimentos da tecnologia, a importância da informação nas atividades económicas, definiram as TIC como principais intervenientes no desenvolvimento nacional e regional (Emiroglu, 2007).

O’Riain (2007) reforçou a ideia de que o aparecimento da Indústria Informática estava fortemente ligado aos avançados países capitalistas do Estado, melhor dizendo, o surgimento desta Indústria foi claramente impulsionado pelo financiamento militar para a investigação tecnológica. Nos Estados Unidos as empresas privadas foram fortemente ajudadas através de subsídios de fundos públicos de investigação e os mercados militares foram fulcrais para o crescimento de empresas, como o exemplo de uma das maiores empresas de IT, a IBM e

de regiões como *Silicon Valley* (região da Califórnia, rica em inovações tecnológicas e científicas). Este autor também refere que o estado norte-americano foi crucial para os preliminares básicos de construção das chamadas TIC que conhecemos hoje, ao implementarem a disciplina acadêmica da ciência da computação, a mão de obra de programação, e as empresas e regiões do setor privado.

A ciência assumiu um papel relevante, sendo até a força motriz para os processos de inovação das tecnologias de informação e comunicação. Isto acontece porque as necessidades da própria Indústria global das TIC assim o exigiram. O mesmo acontece ainda, nos dias de hoje, uma elevada taxa de investimento no campo da investigação e desenvolvimento com o objetivo de transformar, utilizando estratégias inovadoras como a informação científica obtida em produtos ou serviços (Emiroglu, 2007).

2.3. Indústria do *Software* no Mundo

A Indústria do *Software* proporcionou oportunidades estratégicas para o crescimento de países em desenvolvimento num mundo de rápida globalização (Emiroglu, 2007). Países como Índia, Israel e Irlanda, três países que em conjuntos são apelidados de 3Is e a China, Brasil e Coreia do Sul perceberam a pertinente importância desta Indústria na economia nacional e no comércio. Perante isto, começaram a investir através da formação e desenvolvendo da Indústria do *Software* nas últimas décadas.

A título de exemplo, foram os 3Is que se focaram em projetos orientados para a exportação e por sua vez, a China, Brasil e Coreia do Sul concentram-se maioritariamente em projetos orientados para o mercado interno. Remetendo para os 3IS, como mencionou Kapur (2006), tal como qualquer outro estudo comparativo, foi possível encontrar diferenças entre os três países: Índia, Israel e Irlanda. Apurou que as empresas de *Software* indianas cresceram a fornecer serviços *Software* de baixo nível para empresas americanas e ao longo dos anos foram evoluindo para estágios mais altos da área da tecnologia. No entanto, como elemento comum e que os distingue face a países como a China e o Brasil, é o facto de usarem a vantagem comparativa de uma força de trabalho tecnicamente qualificada e de custo relativamente baixo com o objetivo de desenvolver fortes indústrias de *Software* orientadas para a exportação. Ao invés de desenvolver para atender às necessidades de *Software* das empresas domésticas como a China e o Brasil fizeram.

2.4. Análise comparativa da Evolução Económica e Estrutural entre a Indústria do *Software* na Europa e outros Países do Mundo

Uma grande semelhança que o autor Mowery (1996) destaca na Indústria de *Software* comparativamente a outras Indústrias do Pós-Guerra é o importante papel do governo no seu desenvolvimento. Como exemplo mais impressionante de entrada antecipada e também seguido de um rápido declínio na “*Computer Industry*” foi o Reino Unido, que através da sua aliança militar com os Estados Unidos durante a Segunda Guerra Mundial conseguiu fortalecer o recurso à ciência da computação. Após a guerra, Universidades como a de *Cambridge* e de *Manchester* contribuíram de forma considerável para a ciência da computação e do desenvolvimento dos primeiros computadores britânicos.

Em 1948 pela Universidade de Manchester, mais concretamente pelo Prof. F. C. Williams e pelo Prof. Tom Kilburn, foi desenvolvido um protótipo de computador denominado o *Manchester Mark 1*, e tal como recolhido por Filho (2019) também apelidado de “*The Baby Machine*”. Um ano mais tarde, em 1949 desenvolvido pela Universidade de Cambridge, o *EDSAC (Electronic Delayed Storage Automatic Computer)* sob a direção de Maurice Wilkes, que inventou em 1951 o conceito de micro programação. No final dos anos 80, muitas empresas britânicas foram assumidas por empresas estrangeiras e em consequência dessas mudanças de propriedade, poucas empresas britânicas mantiveram uma posição internacional na área dos serviços de *Software*. À semelhança do Reino Unido, na França os primeiros passos nesta Indústria foram dados para fins científicos e militares. Torrisi (1998) esclarece que o primeiro computador eletrónico francês foi desenvolvido pela Societé d'Electroniques et d'Automatisme (SEA) para o Ministério das Armas Francês.

Mowery (1996) referiu que ao contrário das universidades do Reino Unido, as universidades francesas tinham pouco acesso a programas de pesquisa em ciência da computação. De forma ainda mais destacável, a Alemanha durante as décadas de 1930 e 1940 adquiriu competência científica e conhecimento técnico significativo na área da eletrónica, magnetismo e linguagens de programação. A Universidade de Berlim, o Instituto Max Planck da Universidade de *Göttingen*, o Instituto de Tecnologia de Munique e o Instituto de Matemática Prática de *Darmstadt* desempenharam um importante papel no surgimento da Indústria da Computação Alemã. Algumas limitações foram referidas por este autor acerca da Indústria do *Software* Europeu ao longo da história da sua evolução. Este autor identificou também a escassez de competências avançadas como um grande obstáculo ao crescimento,

à concorrência e à competitividade das empresas europeias de *Software* quando comparadas às empresas de *Hardware*.

Isto porque, exigindo a produção de *Software* uma mão de obra de atividade intensiva, a produtividade da mesma deveria ser melhorada, tal como um aceleração da difusão de novas técnicas de desenvolvimento de *Software* entre os programadores deveria ter sido proposto. O aumento da procura de competências de desenvolvimento na Europa refletia a necessidade de que a qualidade dos produtos e serviços de *Software* fosse aperfeiçoada e de certo modo também, para que a produtividade dos programadores fosse igualmente aumentada e consequentemente, uma redução nos custos de manutenção de *Software*.

Outra importante reflexão acerca deste tema feita por Mowery (1996), estava relacionada com as universidades europeias não estarem envolvidas no desenvolvimento de novos produtos de *Software*. A fraca ligação a esta Indústria, que contrariamente aos EUA, foi destacado por as suas empresas terem sido fundadas por académicos e uma série de linguagens de programação oriundas de trabalhos de investigação resultarem das interações entre a Indústria e as Universidades. A limitação da Indústria Europeia de *Software* no que se refere à internacionalização também foi destacada devido à ausência de uma Indústria Informática altamente competitiva e tecnologicamente avançada que advém, mais uma vez como já referido, pela fraca ligação entre as Universidades e a Indústria.

Consequentemente, esta limitação impedia que a Indústria Europeia de *Software* se pudesse destacar fora do mercado europeu. O mercado americano com as suas estratégias de entrada antecipada no mercado, sistemas tecnológicos avançados, *spin-offs* universitárias, forte ligação entre académicos e Indústria, entre outras capacidades de destaque, conseguiram fragmentar o mercado europeu. Isto levou a que as empresas europeias começassem a centralizar a sua atenção para o mercado interno e a evolução das características das empresas e a sua especialização fossem de encontro às necessidades dos clientes domésticos. A título de exemplo de tipos de especialização no mercado Europeu, destacavam-se empresas da Alemanha que se especializaram em *Package Software*, por sua vez as empresas na França, caracterizadas por deterem algumas das grandes multinacionais europeias que eram especializadas em serviços de *Software* e as empresas localizadas no Reino Unido que se caracterizavam pela presença de multinacionais americanas.

Mowery (1996) acrescentou que as empresas de *Software* europeias atribuíam particular importância à forte ligação com os seus utilizadores, sendo até identificado como fator competitivo e importante estímulo à inovação. Este fator levou a que as empresas de *Software*

européu se especializassem em *Custom Software*, tentando justificar perante os utilizadores as fracas capacidades internas em *Packaged Software*.

Como já referido nesta dissertação, as empresas europeias teciam uma fraca ligação com a Indústria, dado que as universidades não foram uma fonte significativa de inovação para a Indústria Europeia, contrariamente aos EUA, na qual foi desenvolvido “*Packaged Software*” por investigadores académicos, tendo existido uma assídua ajuda por parte das universidades no desenvolvimento tecnológico da Indústria.

Para tentar colmatar esta limitação do mercado e das empresas Europeias de *Software*, foram criados programas como o *EEC programs (European Energy Centre)*, tratando-se este de um organismo educacional profissional independente, *ESPRIT* e *United Kingdom’s Alvey*, numa tentativa de diminuir esta fraqueza identificada e aumentar a cooperação entre as Universidades e a Indústria, muito através de uma rede de contactos mais facilmente criada neste âmbito pelos investigadores.

2.5. A Teoria do Crescimento Económico

Para definir o crescimento económico de um país pode recordar-se a proposta de Kuznets (1971), considerando-o definido por três importantes componentes, nomeadamente pela capacidade de oferecer à população bens económicos cada vez mais diversificados; aumento dessa capacidade ser verificada a longo prazo; e uma tecnologia avançada que permita que essa capacidade seja crescente. O crescimento económico também é referido na literatura como difícil de alcançar sem a presença de uma mudança estrutural a diversos níveis: “*High rates of growth (...) are closely associated with, and indeed require, changes in economic structure; the latter (...) require shifts in population structure, in legal and political institutions, and in social ideology*” (Kuznets, 1971).

Os modelos de crescimento económico podem ser organizados através de diferentes períodos temporais, designadamente, fim da 1ª metade do século XX, época em que surge a contribuição do trabalho de Harrod (1939) e Domar (1946); meados dos anos 50, época em que surgiu o modelo neoclássico de Solow (1956) e Swan (1956); e mais tarde nos anos 80, face à importância do resíduo de Solow, com os desenvolvimentos seminais de Romer (1986) e Lucas (1988) surgem os modelos de crescimento endógeno. Estes desenvolvimentos emergiram pois, e em primeiro lugar, da controversa relação entre o progresso tecnológico e o crescimento económico.

2.5.1. Modelo Neoclássico de Crescimento Exógeno

Como figuras literárias fundadoras da moderna teoria do crescimento económico, Solow (1956) e Swan (1956) em investigações individuais, desenvolveram o que foi considerado, o mais relevante do que ficou conhecido no modelo neoclássico do crescimento. Com o decorrer das várias investigações realizadas por Solow (1956) e respetivas extensões, foram acrescentadas e conhecidas novas descobertas acerca dos fatores de produtividade económica e o seu impacto nesta. Desde o modelo básico de Solow, passando pelo modelo de Solow com progresso tecnológico até ao mais recente paradoxo lançado por este autor, face à contabilidade do crescimento, várias são as conclusões que se podem auferir no que diz respeito ao modelo neoclássico do crescimento.

Modelo básico de Solow

O modelo neoclássico de crescimento simplificado de Solow (1956), agrega a produção de economia, Y , com uso de apenas dois inputs, o capital (K) e trabalho (L), decorrendo a seguinte função de produção:

$$Y = f(K, L) \Leftrightarrow K^\alpha L^\beta, \quad (2.1)$$

na qual α e β representam as elasticidades do produto perante os correspondentes fatores capital e trabalho, respetivamente. Este modelo caracteriza-se também pela fórmula funcional de Cobb-Douglas, que assume rendimentos marginais decrescentes para cada um dos fatores de produção ($0 < \alpha < 1$ e $0 < \beta < 1$) e rendimentos constantes à escala para a função produção ($\alpha + \beta = 1$). Em *steady-state*, o produto por unidade de trabalho é constante, em sequência do aumento de capital por unidade de trabalho ser nulo.

O modelo neoclássico distingue-se do modelo de um dos fundadores da teoria moderna do crescimento, Harrod (1939) e de Domar (1946), fundamentalmente por ter em consideração o rácio de capital pelo produto como variável. Apesar de assumir retornos constantes à escala e de a taxa de poupança ser determinada exogenamente, a assunção do crescimento de capital físico como a base do crescimento económico é um pensamento oposto ao modelo neoclássico, que por sua vez, considera a variação tecnológica.

Modelo de Solow com Progresso Tecnológico

O modelo básico de Solow (1956) não teve em consideração os dois factos estilizados identificados por Kaldor (1957): a proporção dos salários e lucros em relação à renda ter permanecido constante após a primeira metade do século XIX; e a razão entre capital-

trabalho e a produtividade cresceram em paralelo a isso, especialmente durante a época de ouro do capitalismo. Isto porque, no modelo básico, em *steady-state*, o capital e o produto por unidade de trabalho eram constantes e não crescentes.

A extensão ao modelo básico, através da introdução do progresso técnico representado pela variável A e introduzido na forma $F(K, AL)$ conhecido como Harrod-Neutral ou labor-augmenting, permitiu conciliar o modelo de Solow com os factos de Kaldor. Aqui, o progresso técnico é determinado exogenamente; i.e., é afetando somente o fator trabalho e fazendo com que no longo prazo, o produto por unidade de trabalho cresça à taxa de crescimento do progresso técnico, ou seja, a uma taxa constante.

Ainda assim, a introdução do progresso técnico de Harrod-Neutral levanta algumas questões, sendo, por isso, que surgiu o progresso técnico de Hicks-Neutral, representado pela variável A na forma $AF(K,L)$ com o objetivo de tentar colmatar estes problemas. Apesar de o progresso técnico continuar a não conseguir ser explicado, afetas ambos os fatores, Capital (K) e Trabalho (L), passando assim a função de produção a assumir uma nova variável A , que representa o progresso técnico. Posto isto, a nova função de produção é representada pela seguinte equação:

$$Y = f(K, L) \Leftrightarrow A K^\alpha L^\beta. \quad (2.2)$$

Para avaliar o crescimento do produto de uma economia pode, primeiramente, proceder-se à logaritmização da equação (2.2) e diferenciando em ordem ao tempo e considerando \hat{y} , x , \hat{g} e n como taxas de crescimento de Y , A , K , e L , respetivamente. A seguinte expressão passará a ser a nova equação:

$$\hat{y} = x + \alpha \hat{g} + \beta n. \quad (2.3)$$

E tomando esta equação como referência, o crescimento do produto de uma economia pode então suceder por duas vias: pelo crescimento da produtividade total dos fatores (x); e pela acumulação de fatores, ressalvando que o contributo de cada um dos fatores para o crescimento do output é igual ao produto da sua taxa de crescimento pela sua elasticidade.

No modelo neoclássico de Solow (1956) com progresso tecnológico, o impacto do Investimento Direto Estrangeiro (IDE) é considerado apenas no curto-prazo à semelhança do Investimento Doméstico. No entanto, Romer (1994) distingue o IDE do investimento Doméstico, considerando o primeiro como mais produtivo, por este tipo de investimento incentivar a inserção das novas tecnologias na função de produção do país em que este investimento é aplicado. D'Agata e Freni (2003) consideram terem sido descurados deste

modelo, os comportamentos cíclicos da economia, dado que é assumido o pleno emprego dos recursos no processo de crescimento. Thompson (2008) também apontou como principal crítica, o facto de o progresso tecnológico ser considerado exógeno.

2.5.2. Modelo de Crescimento Endógeno

Modelo de Romer e Lucas

A teoria endógena de crescimento económico defendida por Lucas (1988) e Romer (1986, 1990) surgiu em meados de 1980 e em contrapartida à teoria neoclássica, defende que o progresso tecnológico é endógeno, considerando-o como o fator determinante que possibilita um crescimento económico sustentado. Na tentativa de explicar este fator que não foi desenvolvido no modelo neoclássico, vários modelos foram posteriormente desenvolvidos nos anos oitenta. Tendo sido os trabalhos de Romer (1986, 1990) e de Lucas (1988) os mais conhecidos na origem desta “nova” teoria do crescimento económico, que endogeneizavam o crescimento do progresso técnico.

Para além do progresso tecnológico, estes autores identificaram também o IDE, conhecimento (Romer, 1986, 1990) e o capital humano (Lucas, 1988) como outros importantes determinantes que influenciam o crescimento sustentado. Romer (1986, 1990) defende ser o progresso tecnológico o motor de crescimento de longo prazo que é determinado endogenamente. Enquanto Lucas (1988) considera a acumulação do capital humano, também explicado por este autor ao nível endógeno, como a principal fonte do crescimento.

Em particular, Romer (1990) apresenta uma função de produção que tem em consideração quatro determinantes: Capital (K), Trabalho (L), Capital Humano (H) e o Progresso Tecnológico (A). função de produção destes modelos, contrariamente ao modelo de Solow, abandonam a hipótese de rendimentos marginais decrescentes. Ao invés disso, consideram rendimentos marginais constantes e crescentes. Uma das mais importantes conclusões possíveis de obter, segundo este autor, é de que os países que crescem mais rápido são os apresentam valores mais elevado no que se refere ao Capital Humano e os que estão abertos ao comércio externo.

2.5.3. Paradoxo de Produtividade de *Solow*

A tecnologia e a produtividade terão sido entendidas por vários economistas, ao longo de vários anos como tendo uma relação de casualidade claramente intuitiva: “o progresso técnico conduz necessariamente ao crescimento da produtividade” (Gomes, 2006). No entanto, a célebre afirmação citada pelo autor Robert Solow em 1987: “*We see computers everywhere but not in the productivity statistics*” veio gerar um reviravolta e ceticismo relativamente aos efeitos que as Tecnologias de Informação estariam a ter na produtividade, criando em consequência o Paradoxo de Produtividade mais conhecido como o Paradoxo de Solow. Tendo isto sucedido no meio da chamada Terceira Revolução Tecnológica, quando os EUA eram líderes do processo de inovação e progresso tecnológico, em meados da década de 1980. O Paradoxo de Solow identifica uma ausência de relação entre a revolução iniciada há cerca de duas décadas na área das Tecnologias de Informação e Comunicação e o Crescimento da Produtividade.

Solow (1987) constatou que a era dos computadores pode ser observada “em todo o lado”, à exceção dos indicadores de produtividade. Este tema, devido também à controvérsia gerada das duas últimas décadas, tem suscitado um grande interesse por parte dos meios académicos, através de várias investigações para desvendar o tão misterioso paradoxo da existência/inexistência da estagnação dos índices de produtividade, apesar das tentativas de vários investigadores durante a década de 80 para averiguar a evidência de que as TIC proporcionam efetivamente aumentos na produtividade. Para além de Solow (1987) mais evidências foram mencionadas por autores como Greenwood e Yorukoglu (1997) que destacaram a falha de acompanhamento do progresso técnico de um acréscimo significativo da produtividade, em particular a partir de 1974 onde foi evidente até uma quebra na produtividade.

Estudos empíricos têm sido realizados em países desenvolvidos, especialmente nos Estados Unidos e em países europeus, tendo estes, apresentado resultados controversos sobre a relação entre o aumento da produtividade das empresas e o aumento dos investimentos em Tecnologias de Informação. Estes estudos têm reforçado o já existente Paradoxo de Produtividade que refere que o aumento do volume dos investimentos em Tecnologia de Informação não é acompanhado pelo aumento na produtividade das empresas (Gartner, Zwicker e Rödder, 2009).

A má gestão e má avaliação dos investimentos realizados nas Tecnologias de Informação são apontadas por Farbey, Land e Targett (1999) como exemplo das principais

causas para esta problemática em estudo. Brynjolfsson (1992) procurou várias explicações que pudessem esclarecer estes resultados contraditórios que se fizeram sentir face ao esperado inicialmente pela literatura, tais como os erros de avaliação da produtividade das tecnologias de informação; desfasamento no processo de aprendizagem e adaptação por parte das organizações; redistribuição e dissipação de lucros; e por último a deficiente avaliação e gestão de investimentos em sistemas de informação/tecnologias de informação.

Reforçando também a ideia principal do Paradoxo de Produtividade de Solow, Triplett (1999), Bresnahan e Gordon (2000), Brynjolfsson e Hitt (2002), Gunnarsson, Mellander e Savvidou (2004) entre vários outros autores, apontaram também o desfasamento temporal como um dos argumentos para a falta de evidências positivas da relação das TIC com a produtividade, justificando que nenhuma inovação, por mais relevante que tenha sido, teve impacto imediato, ou seja, foram necessárias décadas, ou até mais, para que se fizessem sentir ganhos de produtividade.

O estudo empírico dos autores Bresnahan, Brynjolfsson e Hitt (2002) permitiu concluir que o investimento em TIC por parte das empresas não tem utilidade se não for acompanhado por uma reestruturação da própria organização e correspondente acompanhamento por parte do capital humano, ou seja, através de um enriquecimento das capacidades deste. Tendo sido então possível apurar que as empresas que apresentam maiores taxas de produtividade são, como seria de esperar, aquelas que estabelecem uma forte relação entre o investimento nas TIC e o investimento significativo em capital humano. O que não seria previsível e foi constatado, foi o facto das empresas com baixo nível tecnológico e capital humano pouco qualificado apresentarem-se mais produtivas.

Neste sentido, foi apontada como a chave para este paradoxo, o modo como o investimento em capital humano por parte das empresas acompanha o investimento tecnológico. Pode justificar-se apresentar como razão para que muitas empresas tenham tido perdas acentuadas de produtividades o facto de não relevarem a importância da complementaridade do investimento tecnológico com o investimento em capital humano.

Reforçando a ideia anterior, Hughes e Morton (2005) apoiou esta ideia, afirmando ser necessário um conjunto de investimentos complementares e acrescentou que para haver resultados ao nível da produtividade das TIC é efetivamente também necessária uma reestruturação da organização. Isto é, uma capacidade por parte da empresa de reorganizar os métodos de trabalho, de modo a conseguir fazer entender os seus funcionários da devida importância que estas exercem na organização e clarificar o protagonismo da ligação entre

TIC e produtividade. Isto porque, segundo este autor, o mais importante não é a aquisição da tecnologia, mas sim o que se faz com ela. Por outras palavras, a forma como integram a mesma e a adaptam ao quotidiano da organização e, conseqüentemente, como a gerem.

De salientar que vários autores distinguem diferentes tipos de TIC pelo impacto que exercem na produtividade económica, tal como Schreyer e Pilat (2001) e Becchetti e Paganetto (2003) que diferenciam pelo tipo de tecnologia, *hardware* ou *software*. No entanto, Ark e Piatkowski (2004) e Vijselaar e Albers (2004) desagregam de acordo com a atividade económica, fazendo distinção entre os sectores produtores e os setores utilizadores.

Contrariamente às investigações até aqui mencionadas que refutavam a existência de índices comprovativos da existência de um impacto positivo das TIC no crescimento do produto per capita de um país, Dewan e Kraemer (2000) e na mesma linha, Crafts (2002) corroboraram esta mesma ideia apurando um contributo positivo nos seus estudos. De acordo com o estudo realizado por Bharadwaj, Bharadwaj e Konsynski (1999), os investimentos em TIC tiveram uma relação estatisticamente significativa com uma das medidas de produtividade, usando como recurso o índice q de Tobin. Na amostra deste estudo foram utilizados um grande número de indústrias no período de 1988 e 1993 que permitiram concluir que em todos os anos em análise, os investimentos em TIC tiveram efetivamente um impacto positivo significativo com o valor q de Tobin. Nesta mesma linha de conclusão dos estudos efetuados acerca deste tema, Engelbrecht e Xayavong (2006) que procuraram estudar a correlação do impacto das TIC no crescimento da produtividade do trabalho numa amostra de 29 indústrias da Nova Zelândia, no período de 1988 a 2003, conseguiram comprovar que as indústrias com o uso mais intensivo das TIC, apresentavam um maior crescimento da produtividade do trabalho do que as indústrias de uso menos intensivo. Atzeni e Carboni (2006) também através de um estudo econométrico sobre este mesmo tema, efetuado num grande número de empresas industriais italianas no período de 1995 e 1997, concluíram que as indústrias mais inovadoras a nível tecnológico apresentaram maior produtividade (Gartner, Zwicker e Rödder, 2009).

No estudo de Gartner, Zwicker e Rödder (2009) foi também reforçado o impacto positivo das TIC na produtividade, refutando assim, mais uma vez, o Paradoxo de Solow através de uma amostra de 429 observações de 98 empresas no período entre 2000 e 2006 que apresentaram uma relação significativa e positiva entre o acréscimo dos investimentos em tecnologia e o acréscimo na produção dessas mesmas empresas analisadas.

2.5.4. TIC e a Produtividade: Abordagens Empíricas

O impacto das TIC no crescimento económico e na produtividade tem sido investigado ao longo das últimas três décadas por muitos autores que utilizam diferentes metodologias, fontes de dados e diferentes períodos de tempo quer a nível nacional ou ao nível de um painel de países, podendo ser distinguidos tendo em conta o tipo de tecnologia (*software/hardware*), Comunicação.

A produtividade é descrita pela relação entre a produção e os inputs necessários para gerar esta produção. A produtividade do trabalho e a produtividade de capital são identificadas na literatura como as medidas mais comuns para medir a produtividade. A produtividade do trabalho permite relacionar a produção com a quantidade de trabalho, sendo o número de trabalhadores ou o número de horas de trabalho as variáveis mais utilizadas. A produtividade do capital da mesma forma que a produtividade do trabalho, relaciona a produção com a entrada de capital, geralmente medido pelo *stock* de capital (Rhiel, 2018).

Uma importante abordagem que é frequentemente usada na literatura para medir o impacto das TIC na produtividade e no crescimento económico e definida por abordagem paramétrica é a estimação da função de produção. Brynjolfson e Hitt (1995) e Dewan e Kraemer (2000) explicam como pode ser feita a estimação da função de produção, procedimento este que é utilizado para determinar se as variáveis explicam efetivamente o crescimento da produtividade de forma significativa, através da seguinte função:

$$Q_{it} = F(K_{it}^N, K_{it}^I, L_{it}; i, t), \quad (2.4)$$

onde: Q_{it} representa o output de uma empresa, indústria ou país i no período t ; K_{it}^N é o capital que não está associado às TIC, sendo K_{it}^I o capital associado às TIC e L_{it} o factor trabalho. Tendo por base mais uma vez o trabalho de Brynjolfson e Hitt (1995) e Dewan e Kraemer (2000) e partindo da aplicação da logaritmização da função de produção Cobb-Douglas, assumindo a existência de retornos constantes à escala, resulta a seguinte equação:

$$\ln Q_{it} = \alpha + \beta_1 \ln K_{it}^N + \beta_2 \ln K_{it}^I + \beta_3 L_{it} + \Omega' \mathbf{controls} + u_{it} \quad (2.5)$$

onde, Q_{it} representa o valor acrescentado das empresas ou indústria, sendo o Produto Interno Bruto (PIB) frequentemente usado para estudos que envolvam a investigação de um ou mais países. *controls* representa um conjunto de variáveis de controlo e u_{it} representa o termo de perturbação. Os coeficientes β_1 , β_2 e β_3 da equação 2.5 correspondem às

elasticidades produto de cada um dos fatores, que medem o grau de sensibilidade da produtividade total desse factor face a variações na quantidade utilizada desse fator.

O objetivo da maioria deste tipo de análises, que tem por base a estimação da função de produção é a estimativa e interpretação das elasticidades de produção. Considerando o seguinte exemplo, a elasticidade do β_2 representa o aumento de $\beta_2\%$ da produção associado a um aumento de 1% na variável capital das TIC, mantendo tudo resto constante, sendo que os restantes têm interpretações análogas.

Na maioria da literatura empírica, as funções de produção são estimadas com dados em painel, onde o período de tempo t é normalmente medido em anos. Em estudos ao nível das empresas, geralmente *dummies* de tempo ou variáveis de controlo de regiões ou indústria são adicionadas ao modelo e em vários estudos são utilizados modelos de efeitos fixos para um melhor controlo da amostra em observação (Rhiel, 2018).

Freitas, De Souza e Mendonça (2009) no seu trabalho de investigação também menciona o recurso à teoria da produção neoclássica de Solow (1956) para estimar os efeitos dos fatores produtivos na quantidade produzida, onde o nível de produção pode estar relacionado com o *stock* de recursos económicos utilizados, através de uma função de produção, a tradicional função de Cobb-Douglas desenvolvida por Mankiw *et al.* (1992). Reforçando o que já vem sendo concluído de que esta função é de facto usada na literatura para representar a relação entre o produto e os inputs capital, trabalho e progresso tecnológico representada pela seguinte expressão:

$$Q = AK^\alpha L^\beta, \quad (2.6)$$

onde A, α e β são constantes determinadas pela tecnologia, Q é o nível de produto ou *stock* de produção, K é *stock* de capital utilizado e L é a quantidade de mão-de-obra utilizada.

Portanto, se $\alpha + \beta = 1$, então a função de produção tem retornos constantes à escala, isto é, se o Capital (K) e Trabalho (L) aumentarem em 20%, então Q aumenta em 20% consequentemente. No entanto, se $\alpha + \beta < 1$, os retornos à escala são decrescentes ou no caso de $\alpha + \beta > 1$, os retornos à escala são crescentes. Procedendo à logaritmização e à adição do termo erro (ϵ), a equação pode ser representada através da seguinte expressão econométrica:

$$\ln Q = \beta_0 + \beta_1 \ln K + \beta_2 \ln L + \epsilon. \quad (2.7)$$

Na equação 2.7, β_0 , β_1 e β_2 são os coeficientes de regressão e ε é chamado o erro aleatório que representa todas as variáveis que não foram especificadas no modelo (Freitas, De Souza e Mendonça, 2009).

Um ponto positivo apontado para o uso da função de produção na medição do contributo das TIC no crescimento económico foi o facto de ser possível o uso de outras variáveis como *proxies* do capital das TIC, como os exemplos “*the penetration rate of telephone lines or the penetration of broadband internet*” (Czernich *et al.* 2011), não sendo necessariamente preciso o uso específico da variável capital das tecnologias de informação e comunicação. “*ICT capital services are provided by assets as telecommunication materials, computer hardware and software, while the non-ICT capital services are referred to the growth in the services provided by transports, machinery, buildings, construction and other types of non-ICT assets*” são também outros exemplos de *proxies* que Karlsson e Liljevern (2017) identificam nos seus trabalhos.

Apresenta-se a seguinte tabela como síntese dos vários estudos que apontam para o impacto positivo das TIC:

Tabela 2. 1 - Síntese dos vários estudos que apontam para o Impacto positivo das TIC

Modelo	Progresso técnico à Hicks	Progresso técnico à Harrod	Progresso técnico à Solow	Modelo de Brynjolfson e Hitt (1995) e Dewan e Kraemer (2000)
Metodologia	Função de produção progresso técnico à Hicks: $Y = F(A, K, N)$	Função de produção com progresso técnico à Hicks: $Y = F(K, AN)$	Função de produção com progresso técnico à Solow: $Y = F(AK, N)$	Estimação da função de produção: $Q_{it} = F(K_{it}^N, K_{it}^I, L_{it}; i, t)$
Variáveis	Y = nível de produto ou <i>stock</i> de produção; A = progresso técnico; K = <i>stock</i> de capital utilizado; L = quantidade de mão-de-obra utilizada.	Y = nível de produto ou <i>stock</i> de produção; A = progresso técnico; K = <i>stock</i> de capital utilizado; L = quantidade de mão-de-obra utilizada.	Y = nível de produto ou <i>stock</i> de produção; A = progresso técnico; K = <i>stock</i> de capital utilizado; L = quantidade de mão-de-obra utilizada.	Q_{it} = Produto Interno Bruto (<i>PIB</i>); K_{it}^N = capital que não está associado às TIC; K_{it}^I = capital associado às TIC; L_{it} = factor trabalho.
Resultado	Impacto Positivo no capital e trabalho, ou seja, faz aumentar a produtividade total dos fatores, afetando de igual forma a produtividade do capital e do trabalho.	Impacto positivo na variável trabalho, aumenta apenas a produtividade do trabalho;	Impacto positivo na variável capital, proporciona aumentos da produtividade do capital;	Impacto Positivo

3. Metodologia, análise de dados, especificação dos modelos e discussão dos resultados

Neste capítulo irá ser descrita a metodologia aplicada para o estudo da contribuição da Indústria do Software no crescimento económico de Portugal. Na secção 3.1 é apresentada a descrição da variável explicada e explicadas em estudo.

Na secção 3.2 é definido, de acordo com a literatura, o modelo autoregressivo de defasamentos distribuídos ou *Autoregressive Distributed Lag* (ARDL) geral, a velocidade de ajustamento ($\nu\alpha$) bem como os impactos de longo prazo das variáveis independentes calculados com base nesta e o modelo de correção do erro (*Error Correction Model* (ECM)). Posteriormente, na secção 3.3 pretender-se-á explicar a teoria e especificação dos modelos dinâmicos, identificando as variáveis explicativas selecionadas para construir o modelo pretendido. Na secção 3.4 proceder-se-á à apresentação e interpretação dos resultados obtidos dos diferentes modelos estimados, analisando os resultados do ajustamento que melhor corrobora a teoria económica. Por fim, na secção 3.5 são expostas algumas conclusões.

3.1 Descrição das variáveis explicada e explicativas em estudo

Na tabela 3.1 encontram-se representados os dados referentes à variável dependente e às variáveis de controlo em estudo, recolhidas das bases de dados do Instituto Nacional de Estatística (INE), Pordata, Penn World Tables (PWT), SABI, e ainda o sinal esperado da relação de cada uma das variáveis exógenas com a variável dependente que pode variar, podendo ser positivo ou negativo.

A periodicidade da amostra é anual, entre 1960 e 2018, sendo assim cinquenta e oito, o número total de observações.

Tabela 3. 1 - Descrição das variáveis recolhidas.

Classificação da variável	Fonte	Variável	Descrição	Periodicidade	Período amostral	Sinal esperado ¹
Variável explicada	Penn World Tables (PWT)	RGDPNA/POP	Taxa de crescimento do PIB <i>per capita</i> de Portugal	Anual	1960-2017	
Variável explicativa	Pordata	GAX	Grau de Abertura ao Exterior	Anual	1995-2017	Positivo (+)
Variável explicativa	Penn World Tables (PWT)	CSH_I	Formação Bruta de Capital a preços constantes	Anual	1960-2017	Positivo (+)
Variável explicativa	Penn World Tables (PWT)	HC	Índice de Capital Humano, baseado em anos de escolaridade e retornos à Educação em Portugal	Anual	1960-2017	Positivo (+)
Variável explicativa	SABI	VN620SABI	Volume de Negócios em Prestação de Serviços de Consultoria e Programação Informática ² .	Anual	2002-2018	Positivo (+)

¹ Comportamento esperado da relação das variáveis explicativas com a variável dependente, taxa de crescimento do PIB *per capita*, representado por um sinal positivo ou negativo.

²ISIC Rev. 4/NACE Rev. 2 (Secção J/Divisão 620)

O indicador que melhor representou o desempenho económico da Indústria do *Software* nesta investigação foi o volume de negócios em prestação de serviços de Consultoria e Programação Informática. A Nomenclatura estatística das Atividades económicas na Comunidade Europeia (NACE) em conjunto com a Classificação portuguesa das Atividades Económicas (CAE) definiu as empresas prestadoras de serviços de *Software*, quanto à sua atividade económica, como atividades de Informação e Comunicação. No entanto, a classificação da atividade económica destas empresas ligadas a este sector foi sofrendo alterações ao longo das várias revisões da NACE e da CAE. Na atual revisão, de acordo com o INE (2007), a organização da seção na qual pertencem estas empresas resultou da agregação de divisões de várias secções da Revisão 2.1 da CAE (revisão anterior à atual em vigor). Esta revisão é composta pela Divisão 22 (edição, impressão e reprodução de suportes de informação gravados) pertencente à secção D, Divisão 64 (Telecomunicações) da Secção I, Divisão 72 (atividades informáticas e conexas) da Secção K, Divisão 74 (outras atividades de serviços prestados principalmente às empresas) também da Secção K e Divisão 92 (atividades recreativas, culturais e desportivas) da Secção O.

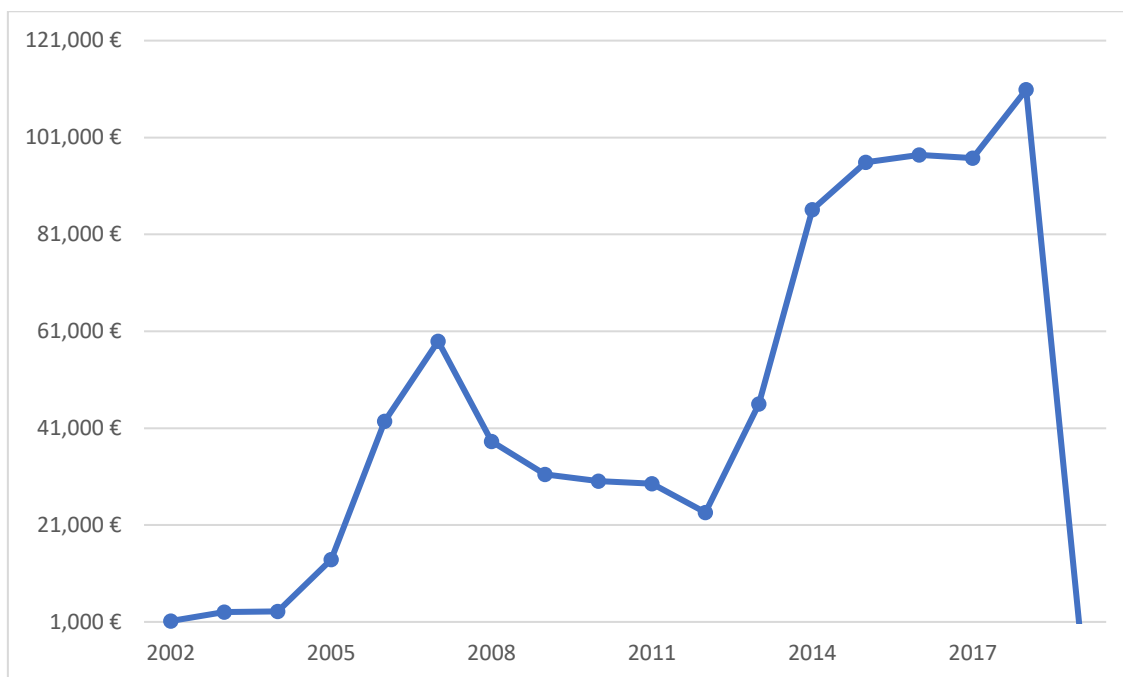
Os ajustes feitos na Revisão 3 permitiram obter designações mais homogéneas em termos de atividade económica, tendo atualmente a seção J – Atividades de Informação e Comunicação, a seguinte estrutura: Divisão 58 (atividades de edição), Divisão 59 (atividades cinematográficas, de vídeo, de produção de programas de televisão, de gravação de som e de edição de música), Divisão 60 (atividades de rádio e de televisão), Divisão 61 (telecomunicações), Divisão 62 (consultoria e programação informática e atividades relacionadas) e Divisão 63 (atividades dos serviços de informação).

A partir de análises feitas pelo INE em conjunto com o Sistema de Contas Integradas das Empresas à caracterização das cinco áreas de negócio inseridas na seção J, foi constatado que a prestação de serviços de atividades ligadas à informática tem vindo a destacar-se pelo seu dinamismo, mesmo em fases mais conturbadas do crescimento económico. E ressalvando que no ano de 2005, as empresas de Consultoria e Programação Informática, cuja principal área de negócio é a produção de *Software* personalizado, representavam cerca de 30% da prestação de serviços e a Consultoria em *Software* representou 46,1% da prestação de serviços Informáticos.

A região de Lisboa e do Porto foram consideradas as regiões onde se localizam as empresas responsáveis pela maior percentagem de volume de negócios, com uma percentagem de 71,8% e 20,9% respetivamente (INE, 2006). Análises mais recentes, nos

anos de 2011 e 2012 reforçam que os serviços prestados na área da Informática foram os que mais se expandiram, tendo-se destacando os Serviços de Programação Informática (+6,8%), os Serviços de Gestão e Exploração de Equipamento Informático (+4,3%) e os Serviços de Consultoria Informática (+1,2%) (INE, 2013).

Figura 3. 1 - Volume de Negócios dos Serviços de Consultoria e Programação Informática – CAE 620



De acordo com a figura 3.1, o volume de negócios em serviços de Consultoria e Programação Informática tem vindo a crescer de forma exponencial ao longo dos últimos 17 anos, no entanto, sofreu algumas oscilações ao longo do período da amostra. Nos anos de maior recessão económica [2008-2013], foi notório o impacto negativo nesta atividade, fazendo-se sentir uma queda acentuada. A partir do ano de 2014 assistiu-se a uma recuperação significativa, em que o volume de negócios foi 1,46 vezes superior ao do ano de 2008, ano caracterizado pelo início da crise económica global. Desde então, foi visível como se pode apurar através da figura 3.1, um aumento das atividades deste sector, estando em linha com a recuperação económica que se tem feito sentir tanto a nível global como a nível nacional.

Seguidamente iremos apresentar na tabela 3.2, a estatística descritiva das variáveis em estudo, nomeadamente a média, mediana, valor máximo e mínimo e o desvio-padrão num total de 16 observações comuns a todas as variáveis e a correlação entre as mesmas na tabela 3.3.

Tabela 3. 2 - Estatísticas descritivas das variáveis em estudo no período em análise (16 observações)

	GDPPCPT	CSH_I	HC	VN620SABI	GAX
Média	10.12	0.25	2.34	43600.14	75.53
Mediana	10.12	0.27	2.35	34858.06	76.33
Valor máximo	10.15	0.30	2.48	97434.38	87.38
Valor mínimo	10.08	0.19	2.23	1162.75	64.35
Desvio-padrão	0.21	0.04	0.09	34086.46	7.75

Tabela 3. 3 - Correlação entre as variáveis em estudo

	CSH_I	GDPPCPT	HC	VN620SABI	GAX
CSH_I	1,0000	0,6941	-0,8832	-0,7350	-0,8208
GDPPCPT	0,6941	1,0000	0,3742	-0,0962	-0,2612
HC	-0,8832	-0,3742	1,0000	0,8124	0,8607
VN620SABI	-0,7350	-0,0962	0,8124	1,0000	0,8359
GAX	-0,8208	-0,2612	0,8607	0,8359	1,0000

O coeficiente de correlação varia entre -1 e 1. Quanto maior for o valor absoluto do coeficiente, mais forte é a relação linear entre as variáveis. Para a correlação de *Pearson*, um valor absoluto de 1 indica uma relação linear perfeita, e a correlação perto de 0 indica que não há relação linear entre as variáveis. Neste caso, temos uma amostra diversificada no que se refere à correlação, dado que, como exemplo de variáveis com uma relação linear quase perfeita referem-se neste estudo, o Volume de Negócios das empresas de Consultoria e Programação Informática com o Capital Humano e com o Grau de Abertura ao Exterior e o Grau de Abertura ao Exterior com o Capital Humano. No entanto, nesta amostra também é possível verificar a existência de uma relação negativa entre as variáveis, como é o caso da Formação Bruta de Capital Fixo, da Crise e do PIB ρ com o Capital Humano, com o Volume de Negócios das empresas de Consultoria e Programação Informática e com o Grau de Abertura ao Exterior.

A correlação negativa entre as variáveis indica que, conforme uma das variáveis aumenta, a outra diminui; ou seja, no primeiro exemplo indicado em que a correlação entre a Formação Bruta de Capital Fixo com o Volume de Negócios das empresas de Consultoria e Programação Informática é de -0,7350, sugere que, conforme a Formação Bruta de Capital Fixo aumenta, o Volume de Negócios das empresas de Consultoria e Programação Informática diminui.

A correlação da variável explicada PIB ρ é de sinal positivo com a crise, o capital humano e a formação bruta de capital fixo, e de sinal negativo com a variável explicativa relevante, volume de negócios em prestação de serviços de programação informática e o grau de abertura ao exterior. Sendo que se verifica uma correlação forte entre o PIB ρ e a formação bruta de capital fixo, de 0,6941. No entanto, com a variável explicativa volume de negócios em prestação de serviços de programação informática verifica-se uma correlação fraca de -0,2612.

Importa referir que se a correlação entre as variáveis explicativas for forte, poderá existir multicolineariedade perfeita. Como exemplo disso, podemos verificar uma correlação forte entre o grau de abertura ao exterior e o capital humano e entre o grau de abertura ao exterior e o volume de negócios em prestações de serviços de programação informática, com uma correlação de 0,8607 e 0,8359 respetivamente. Também se verifica uma correlação forte entre as variáveis explicativas volume de negócios em prestações de serviços de programação informática e o capital humano de 0,8124.

3.2 O modelo dinâmico ARDL

Desenvolvido por vários autores, entre os quais, Pesaran e Shin (1998) e Pesaran *et al.* (2001), entre outros, o modelo dinâmico ARDL de ordem p , designado por ARDL(p), tornou-se um método popular em macroeconometria, pois permite explicar relações de curto e de longo prazo entre as variáveis, incluindo desfasamentos tanto da variável endógena como das variáveis exógenas como variáveis explicativas. O modelo ARDL é o único método que permite criar um modelo com diferentes níveis de integração, e para além disso, também é considerado o método mais adequado para séries temporais que incluem um pequeno número de observações.³ Este modelo, segundo vários autores deve ser utilizado quando a ordem de integração dos dados não é clara; quando é necessária a utilização de variáveis *dummy* a incluir no teste de cointegração, e quando a especificação do modelo implica um número ótimo de desfasamentos diferente para cada uma das variáveis (Pahlavani, Wilson e Worthington, 2005). O número de desfasamentos das variáveis é representado por p , e considerando que o modelo inclui, por exemplo, apenas duas variáveis, uma dependente e independente, este pode ser representado pela seguinte equação designado por ARDL(p):

$$Y_t = \alpha + \sum_{j=0}^p \beta_j X_{t-j} + \sum_{j=1}^p \theta_j Y_{t-j} + u_t, \quad (3.1)$$

sendo que o Y representa a variável independente, X a variável explicativa, α é o termo independente de curto prazo, β_0 é o impacto da variável dependente na variável independente no curto prazo, β_1 a β_p caracterizam-se por serem os coeficientes de regressão associados aos desfasamentos das variáveis explicativas e $\sum_{j=1}^p \theta_j$, refere-se à taxa de decréscimo dos efeitos que a variável independente exerce sobre a variável dependente Y e a série u_t representa o conjunto de termos de perturbações aleatórias na qual se identificam como independentes e identicamente distribuídos. O modelo geral de ARDL pode ser observado no livro de *Principles of Econometrics*, desenvolvido pelos autores Hill, Griffiths e Lim (2008).

Este método é capaz de estimar os parâmetros de curto e longo prazo do modelo simultaneamente, evitando os problemas sugeridos por dados não estacionários. E para além disso, este método apresenta como principal vantagem, o facto de não necessitar de conhecer

³ É considerada uma amostra pequena se o número de observações for entre 30 e 80 ou se o modelo incluir variáveis com um número de observações inferior a 80 (Narayan, 2005).

à priori, as propriedades de cointegração que as variáveis possuem para obter uma ou mais relações cointegradas entre as variáveis.

Outras abordagens de uma grande maioria dos economistas, não consideravam na análise de séries temporais a formulação de modelos dinâmicos, dando preferência à especificação de modelos estáticos que dão informação acerca do equilíbrio de longo prazo da variável dependente. Para que haja consistência econômica, as séries temporais em causa, devem ser estacionárias, pois se estas forem não estacionárias e se não existisse evidências de cointegração entre elas, os modelos poderiam resultar em regressões espúrias, isto é, apesar da relação estatística existente, não existiria nenhuma relação causa-efeito entre as mesmas. No sentido de tentar solucionar este problema, vários investigadores começaram a estudar modelos que incluíam somente variáveis estacionárias, sucedendo que isto implicava a diferenciação das variáveis econômicas originais até atingirem a pretendida estacionariedade. No entanto, também considerado um problema, é a diferenciação possibilitar a perda de informação de longo prazo que as séries originais com raiz unitária incluem e modelos com este tipo de variáveis apenas permitem fornecer informação sobre o comportamento da variável dependente no curto prazo.

Assim sendo, para solucionar os problemas aqui identificados, foi necessário encontrar uma solução que fosse de encontro com a modelização do curto e do longo prazo, ou seja, que permitisse a relação de equilíbrio estável de longo prazo e o mecanismo de ajustamento no curto prazo, isto é, um processo de ajustamento que prevenisse as variáveis econômicas de se afastarem do seu equilíbrio de longo prazo. Em prol disto, foram desenvolvidos os modelos ARDL que modelizam simultaneamente as situações descritas anteriormente. Estes modelos permitem especificar o mecanismo de ajustamento de curto prazo, intitulado de *Error Correction Mechanism* (ECM), ou Mecanismo de Correção de Erro exposto inicialmente por Davidson, Hendry, Srba e Yeo (1978), bem como, gerar a equação de equilíbrio de longo prazo. O ECM agrega as dinâmicas de curto prazo que possibilitam a variável explicada de regressar no longo prazo à sua estabilidade, não requerendo usar a diferenciação das variáveis com o objetivo de as tornar estacionárias, e de forma solucionária, não deixando que se perca informação de longo prazo. Segundo os autores Banerjee, Dolado, Galbraith e Hendry (1993), a partir de um modelo ARDL, é possível derivar um ECM, posteriormente a uma simples transformação linear.

Assim sendo, as três etapas da abordagem do modelo ARDL são, em primeiro lugar, determinar a existência de uma relação de cointegração de longo prazo entre as variáveis da

equação, posteriormente, estimar as relações de longo prazo através da velocidade de ajustamento e determinar os correspondentes valores e por fim, determinar os efeitos de curto prazo em função das variáveis incluídas na regressão final do modelo ARDL.

A soma dos coeficientes do período corrente e de todos os defasamentos de cada variável, é influenciada pela velocidade de ajustamento, que possibilita a medição do impacto de longo prazo na variável dependente. A velocidade de ajustamento aqui mencionada, é obtida da seguinte forma:

$$va = 1 - \sum_{j=1}^p \theta_j, \text{ em que } 0 \leq va < 1, \quad (3.2)$$

representando a percentagem de ajustamento total que é executada no período corrente.

De forma a ser testada a qualidade da bondade ajustamento, são necessários executar alguns testes, como testes de especificação (teste Ramsey Reset); testes de normalidade (teste Jarque-Bera); testes de autocorrelação (teste Breusch-Godfrey); testes de heteroscedasticidade (teste de White); e critérios de informação (por exemplo, Akaike). De salientar que a literatura refere que, em investigações semelhantes a este estudo, é frequente a utilização da transformação logarítmica, com o objetivo de permitir a interpretação dos coeficientes de regressão como elasticidades (Song e Witt, 2000).

3.3 Especificação dos modelos dinâmicos

A relação entre a variável exógena e as suas determinantes será explicada por um modelo ARDL de primeira ordem (número máximo de defasamentos é um), para o período compreendido entre 1970 e 2019. Esta relação é representada pela seguinte expressão:

$$\begin{aligned} \ln PIB_pc_t = & \alpha + \sum_{j=0}^1 \beta_j \ln GAX_{t-j} + \sum_{j=0}^1 \varphi_j \ln CH_{t-j} + \\ & \sum_{j=0}^1 \delta_j \ln FBCF_PIB_{t-j} + \sum_{j=0}^1 \gamma_j \ln VN_620_{t-j} + \sum_{j=0}^1 \theta_j \ln PIB_pc_{t-j} + \\ & \emptyset CRISE_t + u_t; \end{aligned} \quad (3.3)$$

$$va = 1 - \theta, \text{ em que } 0 \leq \theta < 1. \quad (3.4)$$

A partir desta equação acima representada (3.3), é possível obter os diferentes impactos de curto e longo prazo das variáveis explicativas e explicada. Os coeficientes associados às variáveis do período corrente, medem o impacto no curto prazo dos regressores na variável dependente; a soma dos coeficientes de cada variável explicativa, à exceção da variável *dummy* representada pela crise, calculados com base na velocidade de ajustamento, permitem obter os impactos dessas mesmas variáveis na variável dependente.

Assim sendo, os impactos de longo prazo podem ser calculados, tendo por base a função:

$$IMPACTO_{LP} = \sum_{j=0}^1 \vartheta_j / \nu a, \quad (3.5)$$

na qual ϑ_0 corresponde ao coeficiente de regressão associado a uma variável explicativa no corrente período e ϑ_1 representa o coeficiente da mesma variável desfasada um período.

O impacto de longo prazo de cada uma das variáveis é determinado pelas seguintes expressões:

- Impacto de longo prazo do termo independente $= \frac{\alpha}{1-\theta}$;
- Impacto de longo prazo de $\ln GAX$: $\beta_{LP} = \frac{\sum_{j=0}^1 \beta_j}{1-\theta}$;
- Impacto de longo prazo de $\ln CH$: $\varphi_{LP} = \frac{\sum_{j=0}^1 \varphi_j}{1-\theta}$;
- Impacto de longo prazo de $\ln FBCF_PIB$: $\delta_{LP} = \frac{\sum_{j=0}^1 \delta_j}{1-\theta}$, (3.6)
- Impacto de longo prazo de $\ln VN_620$: $\gamma_{LP} = \frac{\sum_{j=0}^1 \gamma_j}{1-\theta}$;
- ε_t : designado por “erro de correção” ou “erro de equilíbrio”

Posto isto, o crescimento económico de longo prazo de Portugal pode ser representado da seguinte forma:

$$\ln PIB_pc_t = \alpha_{LP} + \beta_{LP} \ln GAX_t + \varphi_{LP} \ln CH_t + \delta_{LP} \ln FBCF_PIB_t + \gamma_{LP} \ln VN_620_t + \varepsilon_t, \quad (3.7)$$

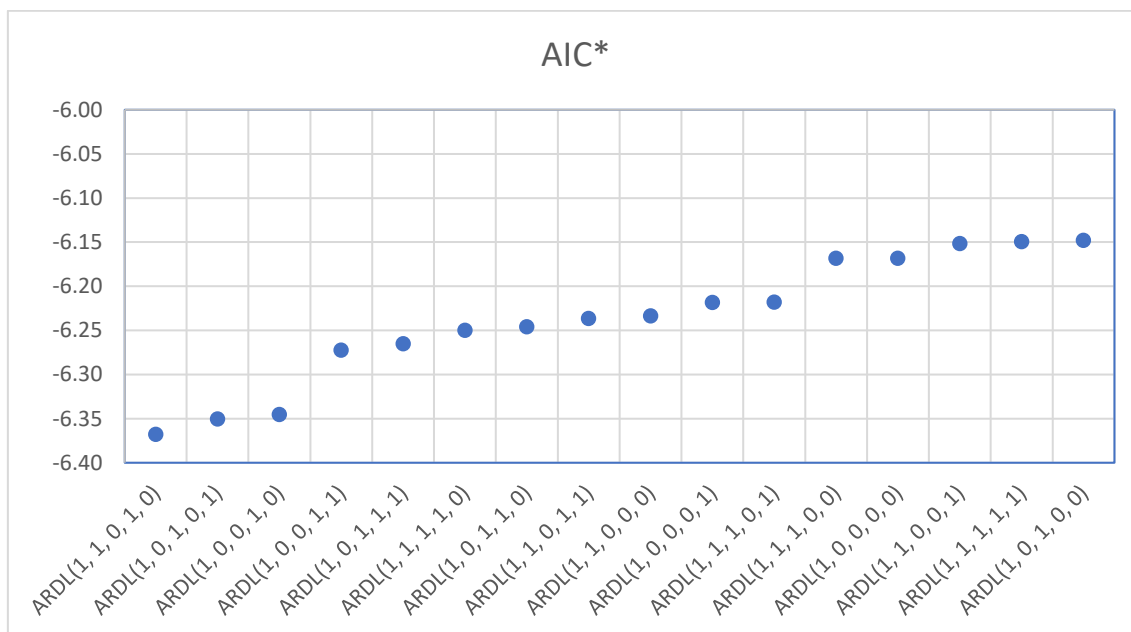
Portanto, admitindo a variável ε_t como estacionária, é possível afirmar que existe efetivamente um equilíbrio de longo prazo para a variável exógena, isto é, para o crescimento económico de Portugal, por via de um mecanismo de correção, intitulado de “*atractor*” por Engle e Granger (1991) que impossibilita que os valores do período corrente se afastem muito do seu valor de equilíbrio de longo prazo. Funcionando, portanto, como um “corretor” no curto prazo, fazendo com que a variável exógena recupere o equilíbrio no longo prazo. Sugerido por Pesaran e Shin (1998), para a escolha do número ótimo de defasamentos, designado por p , foi utilizado o critério de informação *Akaike* (AIC), que de acordo com este, o modelo estimado escolhido é o que apresenta o menor valor para o critério. Este critério proposto por *Akaike* (1974) é calculado através da seguinte expressão:

$$AIC = 2K - 2 \ln L, \quad (3.8)$$

em que, K representa o número de parâmetros do modelo e $\ln L$ é o valor máximo da função logarítmica de verosimilhança para o modelo em causa.

Os valores correspondentes de AIC dos modelos estão sintetizados na figura 3.2.

Figura 3. 2 - Modelo selecionado Critério de Informação Akaike



O critério de Informação *Akaike* foi modelo escolhido tal como indica a teoria económica, o que apresentou menor valor, tendo sido obtido neste caso, o ARDL (1,1,0,1,0), na qual é identificado com o valor 1, refletindo a presença da variável dependente desfasada de um período como variável explicativa estatisticamente significativa. Sendo que os outros algarismos refletem a importância das outras variáveis explicativas em termos de número máximo de desfasamentos a ser considerado para cada uma delas.

A partir do modelo escolhido podemos verificar que duas das variáveis explicativas $\ln(\text{HC})$ e $\ln(\text{VN620SABI})$ são excluídas com o desfasamento de um período, ou seja, apenas são relevantes no período corrente.

3.4 Apresentação e interpretação dos resultados de estimação do modelo ARDL

A presente secção está organizada, primeiramente, pela apresentação do modelo dos resultados de estimação obtidos pela metodologia “*general-to-specific*” (Hendry, 1983). Esta metodologia, em primeiro lugar, tem como objetivo explicar e prever o comportamento do volume de negócios das empresas que exercem atividades de Consultoria e Programação Informática no crescimento económico de Portugal, estima com base num modelo ARDL

que tem incluídas todas as variáveis explicativas, com o máximo de defasamentos possíveis, sendo estas as variáveis consideradas mais relevantes. Numa fase posterior, e até restar um modelo parcimonioso, que seja teoricamente consistente e de qualidade estatística comprovada, vai reduzindo o modelo, eliminando as variáveis que não cumprem os requisitos teórico/estatísticos pré-definidos.

Na tabela 3.4, os valores nela inseridos, referem-se aos resultados de estimação dos modelos dinâmicos ARDL designados por “Ajustamento A”, “Ajustamento B” e “Ajustamento C”, em que a regressão final, neste caso do “Ajustamento C” é a que apresenta a melhor qualidade estatística e concordância com o teoricamente esperado. Esta tabela está dividida em duas partes, sendo que na primeira coluna da parte superior da tabela, está apresentada a constante e as variáveis explicativas,⁴ os respetivos defasamentos e os defasamentos da variável dependente, que integram os modelos ARDL. Nas restantes colunas, estão representadas as estimativas dos coeficientes de regressão e dos respetivos desvios-padrão,ⁱ que se encontram entre parênteses.

Os dados referentes à parte da análise estatística dos ajustamentos, encontram-se apresentados na parte inferior, sendo estas designadas de medidas de qualidade de ajustamento, tais como: o coeficiente de determinação ajustado (R^2), a significância global da regressão (Estatística Wald-F), o teste à presença de autocorrelação de Breusch-Godfrey (1980), o teste RESET de Ramsey (1969), que tem como objetivo a validação de inadequações na especificação adotada e o teste de Jarque e Bera (1987) que permite aferir a normalidade da distribuição das perturbações aleatórias.⁴ Em geral, as hipóteses nulas destes testes admitem a ausência do problema testado, pelo que a não rejeição dessas hipóteses nos diferentes testes, leva à conclusão de que a hipótese clássica em causa, é verificada pelo modelo. Importa referir que o p-value se encontra entre parênteses na secção qualidade de ajustamento da tabela 3.4 estimação dos modelos ARDL.

A última parte da tabela refere-se à estacionariedade, na qual está representado o teste *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) (Dickey e Fuller, 1979, 1981) e o teste *Phillips-Perron* (PP) (Phillips e Perron, 1988) que são testes de raízes unitárias. A utilização conjunta dos testes ADF e PP possibilita obter conclusões mais robustas da estacionariedade das séries. Ambos

⁴ De um modo geral, uma qualquer variável X defasada de p períodos (X_{t-p}) é designada por $X(-p)$.

ⁱ Para uma dada amostra, o valor de probabilidade (p -value) é o menor nível de significância para o qual é rejeitada a hipótese nula. Por isso, para um dado nível de significância α , a hipótese nula será rejeitada se o p -value $< \alpha$, mas pelo contrário, não rejeitada se for p -value $\geq \alpha$.

os testes indicam a estacionariedade da série dos erros de correção porque a hipótese nula é rejeitada, para um nível de significância de 1%.

Tabela 3. 4 - Estimação dos modelos ARDL para a variável dependente $\ln PIB_{pc}$

Variáveis explicativas	Ajustamento A	Ajustamento B	Ajustamento C
Constante	7,6804 (0,165)	6,2160*** ⁵ (0,000)	6,1031*** (0,001)
$\ln PIB_{pc} (-1)$	0,2162 (0,611)	0,3209*** (0,008)	0,3372** (0,040)
$\ln GAX$	0,0221 (0,640)	0,0286 (0,585)	
$\ln GAX (-1)$	0,0488 (0,556)	0,1314* (0,061)	0,1417** (0,013)
$\ln CH$	-0,7822 (0,706)	0,2732*** (0,008)	0,2947*** (0,006)
$\ln CH (-1)$	0,8619 (0,627)		
$\ln FBCF_{PIB}$	0,2284* (0,064)	0,2915*** (0,000)	0,2973*** (0,000)
$\ln FBCF_{PIB} (-1)$	-0,0541 (0,535)	-0,0800*** (0,004)	-0,0876* (0,063)
$\ln VN_{620}$	0,0055* (0,051)	0,0035** (0,024)	0,0042*** (0,002)
⁵$\ln VN_{620}(-1)$	0,0073 (0,695)		

⁵ As estimativas dos desvios-padrão dos estimadores de OLS foram calculadas com base no estimador consistente da matriz de variâncias e covariâncias de Newey-West, na presença de heteroscedasticidade e/ou autocorrelação (Newey e West, 1986). Os símbolos representativos, *, **, *** significam que as variáveis são estatisticamente significativas a 1%, 5% e 10% respetivamente.

<i>CRISE</i>	-0,0195*	-0,0290**	-0,0319***
	(0,086)	(0,013)	(0,000)
	Qualidade do Ajustamento		
\underline{R}^2	0,7714	0,8491	0,8626
Teste Wald-F	5,7248	11,5468	14,4508
	(0,054)	(0,002)	(0,001)
Teste Breusch-Godfrey	8,7022	8,4279	8,5047
	(0,003)	(0,004)	(0,004)
Teste RESET		0,0044	0,0000
		(0,949)	(0,998)
Teste Jarque-Bera	4,2466	7,1176	4,7743
	(0,120)	(0,028)	(0,092)
	Estacionariedade		
Teste ADF			-6,5965
			(0,000)
Teste Phillips-Perron			-7,4183
			(0,000)

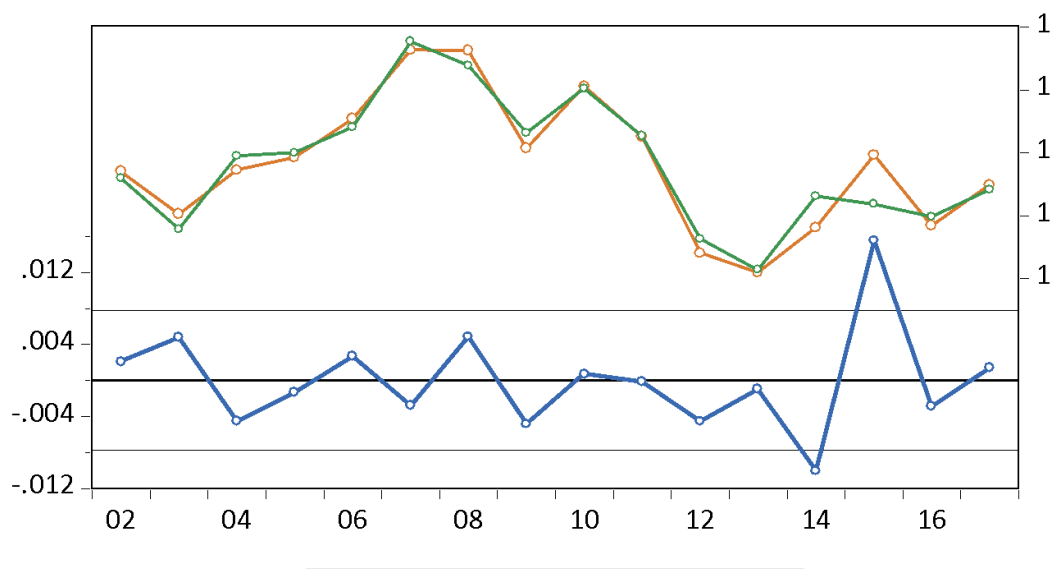
Quanto às variáveis explicativas do modelo final, são todas estatisticamente significativas, inclusive a crise, para diferentes níveis de significância, apresentando-se os sinais das estimativas em conformidade com a teoria económica.

O valor amostral da estatística Wald-F indica que a regressão é globalmente significativa, para um nível de significância de 1%. Já no que diz respeito aos restantes testes de diagnóstico, o valor amostral do teste RESET de Ramsey (1969) permite concluir que não se rejeita a hipótese nula de para um nível de significância de 1%, ou seja, o modelo está corretamente especificado. No entanto, para o teste de Breusch-Godfrey rejeita-se a hipótese nula de ausência de autocorrelação para um nível de significância de 1%, e com base neste resultado, as estimativas dos desvios-padrão dos estimadores de OLS foram calculadas com

base no estimador consistente da matriz de variâncias e covariâncias de Newey-West na presença de autocorrelação. Quanto ao teste Jarque-Bera (1987), dado que o *p-value* é 0,092, não se rejeita a hipótese nula da normalidade das perturbações.

Como representado na figura 3.4, os valores observados e estimados que se encontram na parte superior são referentes à variável dependente ($\ln PIB_{pc}$) e na parte inferior, os valores referem-se à série dos resíduos de estimação do ajustamento final. Como é possível constatar, a série dos valores estimados é praticamente coincidente com os valores observados e a série dos resíduos tal como se pode observar pela imagem gráfica, não parece conter tendências óbvias, comprovando por isso, uma boa qualidade do ajustamento.

Figura 3. 3 - Valores observados e estimados de $\ln PIB_{pc}$ e resíduos de estimação do modelo.



Tendo em consideração que o ajustamento final aparenta apresentar adequada consistência teórica e robustez estatística, pretende-se proceder agora determinar as estimativas de longo prazo, estimativas estas que permitem deduzir o “erro de equilíbrio”, na qual a estacionariedade é testada. Isto com o objetivo de ser exequível concluir que as variáveis do ajustamento final são cointegradas e a existência de uma relação de longo prazo entre a variável dependente e as suas respetivas determinantes.

De acordo com a equação (3.9), pode-se obter a estimativa da velocidade de ajustamento, dada por:

$$\hat{\nu}a = 1 - 0,3372 = 0,6628. \quad (3.9)$$

Podendo, por isso, afirmar-se que 66,28% do ajustamento da variável dependente, crescimento económico de Portugal ($\ln PIB_{pc}$) ao seu valor de equilíbrio de longo prazo, ocorre no período corrente, sendo que nos períodos seguintes, processam-se os restantes 33,72%.

Em função da estimativa da velocidade de ajustamento calculada, pode ser obtido o impacto de longo prazo das variações das determinantes relevantes: termo independente (α_{LP}), grau de abertura ao exterior (β_{LP}), capital humano (φ_{LP}), formação bruta de capital fixo (δ_{LP}) e volume de negócios das empresas com atividades de consultoria e programação informática (γ_{LP}).

Interpretação dos resultados do ajustamento final

No ajustamento final, as estimativas obtidas de curto prazo são assim representadas tal como é constatado na seguinte equação:

$$\begin{aligned} \ln \widehat{PIB}_{pc}_t = & 6,1031 + 0,3372 \ln PIB_{t-1} + 0,1417 \ln GAX_{t-1} + 0,2947 \ln CH_t \quad (3.10) \\ & + 0,2973 \ln FBCF_{PIB}_t - 0,0876 \ln FBCF_{PIB_{t-1}} \\ & + 0,0042 \ln VN_{620}_t - 0,0319 CRISE_t \end{aligned}$$

Tendo por base o recurso à estimativa da velocidade de ajustamento, procede-se ao cálculo do impacto de longo prazo (3.11) das determinantes relevantes. Assim sendo, no que se refere às estimativas dos impactos de longo prazo do termo independente e das variáveis explicativas ($\ln GAX$, $\ln CH$, $\ln FBCF_{PIB}$ e $\ln VN_{620}$) no crescimento económico de Portugal, é com base nos seguintes cálculos, que são obtidos os seus correspondentes impactos:

$$\begin{aligned} \hat{\alpha}_{LP} = \frac{6,1031}{0,6628} = 9,2081; \quad \hat{\beta}_{LP} = \frac{0,1417}{0,6628} = 0,2138; \\ \hat{\varphi}_{LP} = \frac{0,2947}{0,6628} = 0,4446; \quad \hat{\delta}_{LP} = \frac{0,2973 - 0,0876}{0,6628} = 0,3164; \quad \hat{\gamma}_{LP} = \frac{0,0042}{0,6628} = 0,0063. \end{aligned}$$

Portanto, a relação de equilíbrio de longo prazo entre a variável dependente e as suas determinantes passa a ser representada através da seguinte equação (3.12):

$$\begin{aligned} \ln PIB_{pc}_t = & 9,2081 + 0,2138 \ln GAX_{t-1} + 0,4446 \ln CH_t + 0,3164 \ln FBCF_{PIB}_t \\ & + 0,0063 \ln VN_{620}_t + \varepsilon_t. \end{aligned} \quad (3.11)$$

Em alternativa, a equação (3.12), poderá também ser representada da seguinte forma:

$$\ln PIB_{pc}_t = \ln \widehat{PIB}_{pc}_t + \varepsilon_t. \quad (3.12)$$

De forma mais explícita, a equação (3.14) em ordem ao erro de correção, passa-se a ser:

$$\varepsilon_t = \ln PIB_{pc_t} - \ln \widehat{PIB}_{pc_t} \quad (3.13)$$

A série de erros de correção tem de ser estacionária para que seja possível concluir que há, pelo menos, um vetor cointegrado entre a variável dependente e as suas determinantes. Tendo por base a equação (3.13), caso se confirme a afirmação anteriormente mencionada, poderá então deduzir-se a existência de uma relação de equilíbrio de longo prazo entre o crescimento económico de Portugal e as variáveis explicativas. Para este efeito, são usados os testes de ADF (Dickey e Fuller, 1981) e o teste PP (Phillips e Perron, 1988).

Como indicado na tabela 3.4 na parte inferior, os resultados dos testes ADF e PP permitem concluir que a série de equilíbrio dos resíduos é estacionária para um nível de significância de 1%. Posto isto, é possível deduzir que as variáveis do modelo são cointegradas, havendo suporte estatístico de existência de um estudo de equilíbrio de longo prazo das variáveis explicativas do crescimento económico de Portugal.

Encontram-se representadas na tabela 3.5 as estimativas dos impactos de curto e longo prazo das variáveis explicativas sobre a variável explicada, *ceteris paribus*.

Tabela 3. 5 - Estimativas dos efeitos de curto e longo prazo.

Estimativas	Efeitos do curto prazo	Efeitos de longo prazo
Elasticidade do PIB_{pc} relativamente ao Grau de Abertura ao Exterior	Não é significativa	0,214
Elasticidade do PIB_{pc} relativamente ao Capital Humano	0,295	0,445
Elasticidade do PIB_{pc} relativamente à Formação Bruta de Capital Fixo	0,297	0,316
Elasticidade do PIB_{pc} relativamente ao Volume de Negócios das empresas CAE 620	0,004	0,006
Taxa de crescimento do PIB_{pc} nos períodos em que $CRISE = 1$ e $CRISE = 0$	-3,140%	Não é significativa

A partir do “Ajustamento C” verifica-se que as estimativas possuem sinais e magnitudes teoricamente expectáveis e a inferência estatística executada comprova a qualidade do ajustamento alcançado, tratando-se de um modelo teoricamente consistente.

Primeiramente, no que se refere à velocidade de ajustamento, a estimativa vai de encontro com a expectativa teórica, que refere que esta deve estar entre 0 e 1, sendo que $0 < 0,6628 < 1$. Isto permite concluir que, as estimativas de longo prazo das variáveis explicativas são superiores às de curto prazo. A estimativa do coeficiente da variável, grau de abertura ao exterior indica que variações do rácio de abertura ao exterior, no período corrente, não têm qualquer efeito no curto prazo no PIB *per capita*. No entanto, no longo prazo, o efeito existe. Em que é verificada uma elasticidade do PIB *per capita* em relação ao grau de abertura ao exterior de 0,214, que comprova uma relação positiva entre o grau de abertura ao exterior e o PIB *per capita* de Portugal. Um aumento de 1% no rácio de abertura ao exterior resultará num aumento estimado de 0,214% no PIB *per capita* de Portugal no longo prazo, mantendo tudo o resto constante.

Em relação ao capital humano, a estimativa do coeficiente de curto prazo é de 0,295, querendo isto dizer que, se o rácio entre o número de alunos do ensino secundário e superior no total de alunos aumentar 1%, estima-se que o PIB *per capita* de Portugal aumenta 0,295%, *ceteris paribus*. No longo prazo, o impacto desta variável no PIB *per capita* de Portugal é superior 0,445%, significando que, o mesmo aumento de 1% na variável $\ln CH$ no período corrente, gera no longo prazo, um impacto quase duas vezes superior ao de curto prazo no PIB *per capita* de Portugal.

A variável formação bruta de capital fixo é estatisticamente relevante no curto prazo tal como no longo prazo, apresentando uma elasticidade de 0,297 e 0,316 respetivamente. Portanto, uma variação positiva de 1% na formação bruta de capital fixo no período corrente, origina no longo prazo uma variação positiva de 0,316% no PIB *per capita* de Portugal, *ceteris paribus*.

Já a variável volume de negócios das empresas de atividades de consultoria e programação informática apresenta um efeito estimado de curto prazo de 0,004 e de 0,006 no longo prazo. Caracterizada como a variável chave deste modelo, mede o impacto que o volume de negócios das empresas de atividades de consultoria e programação informática têm na economia portuguesa, na qual o CAE correspondente destas se designa por 620.

Assim sendo, se o volume de negócios destas empresas variar 1%, o seu impacto estimado no mesmo período no crescimento económico de Portugal é de 0,004% e apresenta um efeito no longo prazo de 0,006%.

3.5 Conclusão

Este trabalho de investigação estimou diferentes modelos explicativos, utilizando a metodologia “*general-to-specific*” em especificações dinâmicas ARDL/ECM para estudar o impacto da Indústria de Software, neste caso representada pelo volume de negócios das empresas de consultoria e programação informática no crescimento económico de Portugal. Portanto, permitiu assim, obter estimativas das elasticidades que as variáveis explicativas exercem sobre a variável explicada no curto e longo prazo.

O resultado obtido da velocidade de ajustamento permitiu perceber que o ajustamento é inferior à unidade, esclarecendo que as estimativas de longo prazo são mais elevadas que as de curto prazo e ainda assim próximo da unidade, indicando que o retorno do crescimento económico de Portugal ao seu caminho de equilíbrio é processado praticamente no mesmo período em que ocorrem “choques” que o fazem divergir. Querendo isto dizer que, apenas 33,72% do ajustamento é efetuado nos subsequentes períodos.

Em função do “Ajustamento C” foi possível observar que a estimativa da variável Formação Bruta de Capital Fixo é a que tem um maior impacto positivo na variável dependente, PIB *per capita* no curto prazo, enquanto no longo prazo, a variável que tem maior impacto positivo na variável dependente é o Capital Humano. A elasticidade do PIB_{pc} relativamente ao rácio de abertura ao exterior no curto prazo mostrou-se não ser significativa. A estimativa do coeficiente da variável *CRISE*, apresentou-se ser relevante para o modelo somente no curto prazo, tal como esperado de uma crise, com um impacto negativo sobre o crescimento económico de um país. Por outras palavras, este impacto negativo refletido no PIB *per capita* de Portugal neste período [2008, 2009], em que a crise financeira se fez sentir a nível mundial, foi inferior em 3,14% em comparação com os restantes períodos, mantendo todo o resto constante. Tal como já referido, a crise financeira neste período refletiu-se a nível global e, portanto, como era expectável, Portugal também foi afetado, tendo sido os anos de 2008 e 2009 dos anos mais críticos em que a crise se fez sentir com maior intensidade. A perda do poder de compra dos portugueses foi umas das consequências decorrentes da crise, afetando obviamente vários sectores, entre os quais o sector em estudo, apesar de não sofrer de forma tão acentuada.

Por fim, confirma-se que no longo prazo, as elasticidades das estimativas dos coeficientes das variáveis explicativas corroboram os estudos empíricos. Tanto o grau de abertura ao exterior, como o capital humano, a formação bruta de capital fixo e o volume de negócios das empresas de consultoria e programação informática influenciam significativamente o crescimento económico de um país, tal como provado no “Ajustamento C”. Apesar da variável chave do nosso modelo ser o volume de negócios das empresas com CAE 620, esta é a que apresenta menor impacto no crescimento económico de Portugal, face às outras variáveis, tanto no curto como no longo prazo.

4 Considerações Finais

O tema dos impactos das tecnologias de informação, principalmente na área do *Software*, no crescimento económico de uma região ou país, tem vindo, como foi possível constatar neste estudo, a ser amplamente estudado e aprofundado ao longo das últimas décadas.

Inicialmente o que me levou a querer estudar este tema foi analisar o que tem vindo a ser discutido por vários autores sobre a Indústria do *Software*, da importância no nosso dia-a-dia e como tem revolucionado a Indústria a vários níveis. E também o facto de estar a trabalhar numa empresa cujo *core business* são atividades de programação informática, pretendendo esclarecer como estas efetivamente se destacam no mercado em termos financeiros.

Para a realização deste estudo procedeu-se a uma seleção de variáveis que melhor representariam financeiramente o país e as empresas em estudo com sede em Portugal para o período entre [1960; 2018], período em que foi possível obter mais informação financeira acerca deste tipo de empresas.

Nos últimos anos verifica-se um aumento do volume de negócios deste setor devido a um maior dinamismo e um crescente nº de empresas do setor de serviços em programação informática em Portugal, não obstante do destaque da Índia como protagonista a nível mundial quando nos referimos à Indústria do *Software*.

Apesar do impacto negativo nas atividades deste setor durante o período de crise [2008-2013] que se fez sentir em Portugal, foi possível assistir a uma excelente recuperação a partir do ano de 2014, ano em que o volume de negócios conseguiu superar o ano em que se inicia este período de recessão.

A análise empírica no capítulo 3, na qual foi utilizado o modelo ARDL/ECM para estimar o impacto do setor em que estão inseridas as atividades ligadas à Indústria do *Software* no crescimento económico de Portugal, permitiu confirmar a teoria de grandes autores como Robert Solow que afirmavam que a tecnologia tinha um impacto positivo no crescimento da produtividade.

A variável utilizada neste estudo para representar este setor, volume de negócios em serviços de consultoria e programação informática - CAE 620, apresentou resultados que foram de encontro com a teoria económica que previa um efeito positivo e estatisticamente significativo no crescimento económico de um país. De facto, mantendo tudo o resto constante, o efeito estimado no curto prazo é aproximadamente 0,004% e, no longo prazo, de 0,006%.

Para além do volume de negócios das empresas cuja classificação económica é o CAE 620, outras variáveis utilizadas neste estudo contribuem para explicar o comportamento do crescimento económico de Portugal, como o grau de abertura ao exterior, a formação bruta de capital e o capital humano. Quanto à Formação Bruta de Capital, constata-se que, no curto prazo, é o fator com o maior impacto positivo na variável dependente, com o valor de 0,297%. Já no longo prazo, a variável que apresenta maior efeito positivo no PIB *per capita* é o Capital Humano, na qual a elasticidade do PIB *per capita* relativamente ao Capital Humano é de 0,445%. No que se refere à Crise Financeira, que assume uma maior evidência no período [2008-2013], e cujo efeito é apenas visível a curto prazo, tem um impacto estimado que equivale a uma diminuição do PIB per capita de Portugal em 3,140% relativamente à média dessa variável fora do período [2008-2013], mantendo tudo o resto constante.

Posto isto, foi possível concluir com sucesso que efetivamente a implementação das empresas pertencentes ao mundo do IT *Software* em Portugal foi favorável para a economia, tal como era expectável com base em estudos de vários autores ao longo das últimas décadas.

Como sugestão de investigação futura seria interessante medir o impacto das atividades deste setor nas regiões do interior do país com o objetivo de perceber se realmente a implementação destas está a permitir combater o abandono das populações para as zonas mais urbanas, a diminuir o desemprego e consequentemente a desenvolver a economia da região.

Bibliografia

- Akaike, H. (1974). *A new look at the statistical model identification*. IEEE transactions on automatic control, 19(6), 716-723.
- Banerjee, A., Dolado, J. J., Galbraith, J. W., e Hendry, D. F. (1993). *Cointegration, error-correction and econometric analysis of non-stationary data*. Oxford: Oxford University Press.
- Breusch, T., e Godfrey, L. (1980). *A review of recent work on testing for autocorrelation in dynamic economic models*. University of Southampton.
- D'Agata, A. e Freni, G. (2003). *The structure of growth models: A comparative survey*. Edward Elgar Pub; illustrated edition, 23-41.
- Davidson, J. E., Hendry, D. F., Srba, F., e Yeo, S. (1978). *Econometric Modelling of the Aggregate Time-Series Relationship Between Consumers' Expenditure and Income in the United Kingdom*. Economic Journal, 88(352), 661-692.
- Dewan, S., e Kraemer, K. (2000). *Information Technology and Productivity: Evidence from Country-Level Data*. Management Science. 46(4), 548-562.
- Dickey, D. A., e Fuller, W.A. (1979). *Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root*. Journal of the American Statistical Association, 74(366a), 427-431.
- Dickey, D. A., e Fuller, W. A. (1981). *Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root*. Econometrica, 49(4), 1057-1072.
- Emiroglu, A. U. (2007). *A comparative analysis of Software Industry Development Strategies: India, Ireland and Turkey*. Department of Science and Technology Policy Studies.
- Engle, R. e Granger, C. (1991). *Long-Run Economic Relationships: Readings in Cointegration*. Oxford University Press.
- Filho, O. (2019). *Windows 7*. Editora Senac São Paulo.
- Gartner, I., Zwicker, R. e Rödder, W. (2009). *Information Technology Investments and Impact on the Productivity of Firms: an Empirical Analysis in Light of the Productivity Paradox*. Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração.
- Gomes, O. (2006). *As TIC e a Produtividade: Desmistificação de um Paradoxo*. Revista de Ciências da Computação, I.

- Hendry, D. F. (1983). *Econometric Modelling: The “Consumption Function” in retrospect*. Scottish Journal of Political Economy, 30(3), 193-220.
- Hill, R. C., Griffiths, W. E. e Lim, G. C. (2008). *Principles of Econometrics*. John Wiley & Sons.
- Hitt, L. e Brynjolfsson, E. (1995). *Information Technology as a Factor of Production: The Role of Differences Among Firms*. Economics of Innovation and New Technology, 3, 183-200.
- INE. (2006). *Estatísticas dos Serviços Prestados às Empresas 2005*. Instituto Nacional de Estatística.
- INE. (2007). *Classificação Portuguesa das Actividades Económicas Rev. 3*. Instituto Nacional de Estatística, I.P.
- INE. (2013). *Estatísticas dos Serviços Prestados às Empresas 2012*. Instituto Nacional de Estatística, I.P.
- Jarque, C. M. (1987). *A test for normality of observations and regression residuals*. International Statistical Review/Revue Internationale de Statistique, 163-172.
- Kapur, S. (2006). *From Underdogs to Tigers: The Rise and Growth of the Software Industry in Brazil, China, India, Ireland, and Israel*. The economic Journal.
- Karlsson, E. e Liljevern, J. (2017). *ICT Investment and the Effect on Economic Growth – a Comparative Study across Four Income Groups*. Jonkoping University International Business School.
- Karlström, D. (2004). *Integrating Management and Engineering Processes in Software Product Development*. Lund Institute of Technology, Lund University.
- Kuznets, S. (1971). *Modern Economic Growth: Findings and Reflections*. Stockolm: Modern economic growth: findings and reflections, 313-326.
- Mankiw, N., Romer, D., e Weil, D. (1992). *A contriution to the empirics of Economic Growth*. Quarterly Journal of Economics.
- Mendonça, M., Freitas, F., e Souza, J. (2009). *Information Technology and Productivity in the Bazilian Industry*. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal.
- Mowery, D. (1996). *The International Computer Software Industry: A Comparative Study of Industry Evolution and Structure*. Oxford University Press, 1.

- Narayan, P. (2005). *The saving and investment nexus for China: Evidence from cointegration tests*. Applied Economics, 37.
- Newey, W. K. e West, K. D. (1986). *A Simple, Positive Semi-Definite, Heteroskedasticity and Autocorrelationconsistent Covariance Matrix*. National Bureau of Economic Research, 55.
- O'Brien, J. e Marakas, G. (2005). *Introduction to Information Systems*. McGraw-Hill Higher Education.
- O'Riain, S. (2007). *The Politics of High Tech Growth: Developmental Network States in the Global Economy*. Cambridge University Press; Illustrated edition.
- Pahlavani, M., Wilson, E. e Worthington, A. (2005). *Trade-GDP nexus in Iran: An application of the autoregressive distributed lag (ARDL) model*. Faculty of Commerce Papers, University of Wollongong, Australia.
- Pesaran, M. H. e Shin, Y. (1998). *An Autoregressive Distributed Lag Modelling Approach to Cointegration Analysis*. Econometric Society Monographs, 31, 371-413.
- Pesaran, M. H., Shin, Y. e Smith, R. J. (2001). *Bounds testing approaches to the analysis of level relationships*. Journal of applied econometrics. 16(3), 289-326
- Phillips, P. C. (1988). *Testing for a unit root in time series regression*. Biometrika, 75(2), 335-346.
- Ramsey, J. B. (1969). *Tests for specification errors in classical linear least-squares regression analysis*. Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological), 31(2), 350-371.
- Rebelo, F. (2017). *O impacto da Transformação Digital nas Organizações: Marketing Digital e Consumidor*. Porto: Universidade do Portucalense.
- Reis, J. (2019). *Indústria 4.0: Estado da arte, análise de casos de estudo e proposta de um serviço de consultoria*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- IBM Research (2014). *What is Software Development?* Obtido de Ibm.com: <https://www.ibm.com/topics/software-development>.
- Romer, P. M. (1986). *Increasing returns and long-run growth*. Journal of political economy, 94(5), 1002-1037.
- Romer, P. M. (1994). *The origins of endogenous growth*. Journal of Economic perspectives, 8(1), 3-22.

- Solow, R. (1956). *A Contribution to the Theory of Economic Growth*. Quarterly Journal of Economics, 70.
- Sommerville, I. (2011). *Software Engineering*. Pearson Education, 9ª Edição.
- Song, H. e Witt, S. F. (2000). Tourism demand modelling and forecasting: modern econometric approaches. *Pergamon: Cambridge*.
- Swan, T. (1956). Economic Growth and Capital Accumulation. *Economic Record* 32, 63, 334-361.
- Taurion, C. (2005). *Software Embarcado: a Nova Onda da Informática*. Brasport.
- Thompson, M. (2008). *Generating Economic Growth: An Analytical Survey*. The Open Economics Journal, 1, 25-36.
- Torrise, S. (1998). *Industrial organisation and innovation: An international study of the software industry*. Edward Elgar Publishing.
- UNCTAD. (2012). *The Software Industry and Developing Countries*. United Nations.
-